



**TUGAS AKHIR TF 141581**

**IMPLEMENTASI *RELIABILITY CENTERED*  
*MAINTENANCE II* PADA SISTEM ABSORBER 101E  
DI PT. PETROKIMIA GRESIK**

Yanuar Irwansyah  
NRP 2414.106.013

Dosen Pembimbing :  
Ir. Ya'umar, M.T.

Departemen Teknik Fisika  
Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2017



**FINAL PROJECT TF 141581**

**IMPLEMENTATION OF RELIABILITY CENTERED  
MAINTENANCE II ON ABSORBER 101E SYSTEM  
IN PT.PETROKIMIA GRESIK**

YANUAR IRWANSYAH  
NRP 2413.106.013

*Advisor Lecturer :*  
Ir. Ya'umar, M.T.

*Department of Engineering Physics  
Faculty of Industrial Technology  
Sepuluh Nopember Institute of Technology  
Surabaya 2017*

## LEMBAR PENGESAHAN

# IMPLEMENTASI RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE II PADA SISTEM ABSORBER 101E DI PT. PETROKIMIA GRESIK

## TUGAS AKHIR

**Oleh :**

**Yanuar Irwansyah**

**NRP : 2414.106.013**

## Pembimbing I

Ir. Ya'umar, MT

**NIP. 19540406-198103 1 003**

**Ketua Departemen  
Teknik Fisika FTI-ITS**



**Agus Muhammad Hatta, ST, MSi, Ph.D**

NIP: 19780902 200312 1 002

## LEMBAR PENGESAHAN

### **IMPLEMENTASI *RELIABILITY CENTERED* *MAINTENANCE II* PADA SISTEM *ABSORBER 101E* DI PT. PETROKIMIA GRESIK**

#### **TUGAS AKHIR**

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
pada  
Bidang Studi S-1 Teknik Fisika  
Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh

**Yanuar Irwansyah**  
**NRP:2414 106 013**

Disetujui Oleh Tim Penguji Tugas Akhir :

1. Ir. Ya'umar, MT.....(Pembimbing)
2. Totok R. Biyanto, S.T, M.T, Ph.D.....(Ketua Penguji)
3. Lizda Johar Mawarani , S.T, M.T..... (Penguji I)

**SURABAYA  
JANUARI 2017**

**IMPLEMENTASI *RELIABILITY CENTERED*  
MAINTENANCE II PADA SISTEM ABSORBER 101E DI  
PT. PETROKIMIA GRESIK**

**NAMA** : YANUAR IRWANSYAH  
**NRP** : 2414. 106. 013  
**DEPARTEMEN** : TEKNIK FISIKA, FTI-ITS  
**DOSEN PEMBIMBING** : Ir. Ya,umar, M.T.

**ABSTRAK**

Dalam penelitian tugas akhir ini dilakukan implementasi *reliability centered maintenance* (RCM) II pada sistem *absorber*. Sistem absorber terdiri dari beberapa komponen pendukung yang berfungsi untuk memisahkan CO<sub>2</sub> dari gas sintesis dengan larutan *benfield*, karena gas CO<sub>2</sub> yang terkandung didalam gas sintesis adalah racun bagi katalis amoniak. Karena pentingnya sistem absorber ini maka harus dilakukan sistem perawatan yang baik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keandalan sistem, menganalisa keandalan komponen sistem yang berdampak pada pemeliharaan efektif, menentukan usaha pencegahan untuk mengantisipasi terjadinya kegagalan, dan menyiapkan input untuk dimasukkan ke dalam *software* reliasoft weibull ++. Berdasarkan hasil analisis secara kuantitatif dan kualitatif dengan menggunakan metode RCM II, nilai keandalan sistem *absorber* 101E pada waktu 3 bulan (2160 jam) adalah 0,4334 dan terdapat 9 komponen yang memiliki kehandalan dibawah 0,6 dalam setahun serta jenis perawatan yang diterapkan pada sistem *absorber* adalah *on condition monitoring* pada pompa 107 JA/JB/JC setiap 1 bulan dan hidraulik setiap 3 bulan ; Dilakukan perbaikan pada pompa dengan mempertimbangkan *on condition monitoring*; Perbaikan unit *absorber* setiap *shutdown* dan *frame demister* setiap 6 bulan; cek *looping* dan perbaikan *flow valve*, *blowdown valve*, *level valve*, *pressure vale* setiap *shutdown*; Monitoring *flow* pada *line vent ejector* setiap 3 bulan dan pengecekan internal setahun sekali.

**Kata Kunci** : Keandalan, RCM II, *Absorber*, dan Perawatan

**IMPLEMENTATION OF RELIABILITY CENTERED  
MAINTENANCE II ON ABSORBER 101E SYSTEM IN  
PT.PETROKIMIA GRESIK**

**NAME** : YANUAR IRWANSYAH  
**NRP** : 2414. 106. 013  
**DEPARTEMENT** : ENGINEERING PHYSICS, FTI-ITS  
**SUPERVISOR** : Ir. Ya,umar, M.T.

**ABSTRACT**

*The implementations of reliability centered maintenance (RCM) on absorber system is presented in this final project report. Absorber system consists of several supporting components that serve to separate CO<sub>2</sub> from the synthesis gas with Benfield solution, because the CO<sub>2</sub> contained in the syngas is a catalyst poison for ammonia. Because absorber system is important, so that maintenance should be taken properly. The aims of this research are to determine reliability system, to analyse the system equipments's reliability that affect the effective maintenance , to determine the preventive efforts for failure anticipation, and to prepare the input for RCM Desktop. Based on the analysis quantitatively and qualitatively using RCM II, reliability of absorber system 101E at 3 months (2160 hours) is 0.4334 and there are 9 components having reliability under 0.6 in the year and the type of maintenance applied to the absorber system is on condition monitoring in pumps 107 JA / JB / JC every 1 month, and hydraulic turbine 107 JAHT every 3 months; Carried out repairs on the pump with consideration on condition monitoring; Repair absorber units each shutdown, and frame demister every 6 months; check and repair looping flow valve, blowdown valve, the valve level, pressure vale every shutdown; Monitoring of flow in the vent line ejector every 3 months and internal checks once a year (shutdown time)*

**Keywords:** Absorber system, RCM II and maintenance.

## KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr.Wb

Puji syukur kehadiran Allah SWT, atas rahmat dan berkahnya yang telah diberikan kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “ **Implementasi Reliability Centered Maintenance II pada Sistem Absorber 101E di PT. Petrokimia Gresik**”.

Tugas akhir ini merupakan persyaratan akademik yang harus dipenuhi dalam Program S-1 Teknik Fisika FTI-ITS. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ayah dan Ibu saya, Djuwair dan Yulis Asdiana, serta kakakku Angga dan adikku Rosa yang selalu memberikan doa dan motivasi. Terima kasih atas segala pengorbanan, doa, dan semangat yang telah diberikan. Semoga segera tercapai segala angan dan cita-cita yang tertunda.
2. Bapak Agus Muhamad Hatta, ST, MSi, Ph.D selaku ketua Departemen Teknik Fisika ITS.
3. Bapak Ir. Ya'umar, M.T. selaku dosen pembimbing tugas akhir.
4. Bapak Angga Syahputra, Bapak Gelar, Bapak David, dan Bapak Riza selaku pembimbing selama pengambilan data di PT. Petrokimia Gresik.
5. Bapak Hendra Cordova, S.T, M.T selaku dosen wali saya yang telah memberikan bimbingan dan arahan selama di teknik fisika.
6. Seluruh Dosen Penguji maupun Dosen bukan Penguji yang telah melontarkan pertanyaan dan sarannya yang sangat membantu dalam penyempurnaan tugas akhir ini.
7. Bapak dan Ibu dosen teknik fisika yang telah memberikan ilmu selama kuliah.

8. Teman-teman angkatan LJ 2014, adik kelas serta kakak kelas teknik fisika yang telah membantu dalam proses pengerjaan tugas akhir.
9. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa karya yang sempurna hanya ada pada Allah SWT. Oleh sebab itu, penulis sangat berterimakasih atas segala masukan, kritik dan saran yang membangun dari pembaca agar laporan ini menjadi lebih baik dari sebelumnya. Demikian laporan ini penulis buat, semoga laporan ini dapat memberikan manfaat selain bagi penulis sendiri, dan bagi pembaca.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb.

Surabaya, 12 Januari 2017

Penulis



## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
ABSTRAK .....	v
<i>ABSTRACT</i> .....	vi
KATA PENGANTAR .....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR TABEL .....	xvii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Lingkup Penelitian.....	3
BAB II TEORI PENUNJANG	
2.1. Sistem <i>Absorber</i> 101E .....	5
2.2. Keandalan ( <i>Reliability</i> ).....	7
2.3. Ketersedian ( <i>Availability</i> ) .....	7
2.4. Keterawatan ( <i>Maintainability</i> ) .....	8
2.5. Laju Kegagalan ( <i>Failure Rate</i> ).....	10
2.5.1 Distribusi Normal .....	11
2.5.2 Distribusi Lognormal .....	12
2.5.3 Distribusi Weibull.....	14
2.5.4 Distribusi Eksponensial.....	16
2.6. <i>Preventive maintenance</i> .....	17

2.7.	<i>Reliability Centered Maintenance (RCM)</i> .....	19
2.7.1	<i>System Function and Functional Failure</i> .....	20
2.7.2	<i>Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)</i> .....	21
2.7.3	Konsekuensi Kegagalan .....	22
2.7.4	<i>Severity Class</i> .....	23
2.7.5	<i>Proactive Task and Initial Interval</i> .....	23
2.7.6	<i>Default Action</i> .....	25

### BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1	Perumusan Masalah.....	28
3.2	Studi Literatur .....	28
3.3	Identifikasi Sistem.....	28
3.4	Pengumpulan Data.....	32
3.5	Pengolahan Data.....	32
3.5.1	Analisa Kuantitatif.....	32
3.5.2	Analisa Kualitatif.....	37

### BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

4.1.	Analisa Kuantitatif .....	39
4.1.1.	<i>Absorber 101E</i> .....	39
4.1.2.	<i>Hydraulic turbine 107 JAHT</i> .....	51
4.1.3.	Pompa 107 JA, JB dan JC .....	56
4.1.4.	<i>Semi-lean Solution Flash Tank</i> .....	68
4.1.5.	<i>CO<sub>2</sub> Stripper Feed Flash Drum 133F</i> .....	73
4.2.	Jadwal dan Jenis Perawatan Komponen .....	81
4.3.	Perhitungan <i>Reliability</i> Sistem <i>Absorber 101E</i> .....	85
4.4.	Analisa Kualitatif .....	86
4.4.1.	<i>FMEA Sistem Absorber 101E</i> .....	86

4.4.2. <i>Decision Worksheet Sistem Absorber 101E</i> .....	91
BAB V PENUTUP	
5.1 Kesimpulan .....	97
5.2 Saran.....	98
DAFTAR PUSTAKA .....	99
LAMPIRAN	
BIODATA PENULIS	

***Halaman ini sengaja dikosongkan***

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 <i>CO<sub>2</sub> removal system</i> .....	5
Gambar 2. 2 Sistem <i>absorber 101E</i> .....	6
Gambar 2. 3 Distribusi normal .....	11
Gambar 2. 4 Distribusi lognormal .....	13
Gambar 2. 5 Distribusi <i>weibull</i> .....	14
Gambar 2. 6 Distribusi eksponensial .....	17
Gambar 2. 7 Gambar grafik keandalan sistem dengan <i>preventive maintenance</i> untuk <i>increasing failure rate</i> .....	18
Gambar 2. 8 Gambar grafik keandalan sistem dengan <i>preventive maintenance</i> untuk <i>decreasing failure rate</i> .....	18
Gambar 2. 9 <i>Bathtub curve</i> .....	24
Gambar 2. 10 <i>Default actions</i> .....	26
Gambar 3.1 Diagram alir pengerjaan tugas akhir .....	27
Gambar 3. 2 P&ID <i>absorber 101E</i> .....	29
Gambar 3. 3 P&ID hidraulik turbin dan <i>semi-lean solution pump</i> .....	30
Gambar 3. 4 P&ID <i>semi-lean solution flash tank 132F</i> .....	31
Gambar 3. 5 P&ID <i>CO<sub>2</sub> stripper feed flash drum 133F</i> .....	32
Gambar 4.1 Keandalan <i>absorber 101E</i> .....	41
Gambar 4.2 Keandalan <i>absorber 101E</i> dengan PM .....	42
Gambar 4.3 Laju kegagalan <i>absorber 101E</i> .....	42
Gambar 4.4 Keandalan <i>flow transmitter 1005</i> .....	43
Gambar 4.5 Keandalan <i>flow transmitter 1005</i> dengan PM .....	44
Gambar 4.6 Laju kegagalan <i>flow transmitter 1005</i> .....	45
Gambar 4. 7 Keandalan <i>flow control valve 1005</i> .....	46
Gambar 4. 8 Keandalan <i>flow control valve 1005</i> dengan PM .....	47
Gambar 4. 9 Laju kegagalan <i>flow control valve 1005</i> .....	48
Gambar 4. 10 Keandalan <i>level transmitter 1004</i> .....	49
Gambar 4. 11 Keandalan <i>level transmitter 1004</i> dengan PM.....	50

Gambar 4. 12 Laju kegagalan <i>level transmitter</i> 1004.....	50
Gambar 4. 13 Keandalan <i>hydraulic turbine</i> 107 JAHT.....	51
Gambar 4. 14 Keandalan <i>hydraulic turbine</i> 107 JAHT dengan PM .....	52
Gambar 4. 15 Laju kegagalan <i>107 JAHT</i> .....	53
Gambar 4. 16 Keandalan <i>blowdown valve</i> .....	54
Gambar 4. 17 Keandalan <i>blowdown valve</i> dengan PM.....	55
Gambar 4. 18 Laju kegagalan BDV.....	55
Gambar 4. 19 Keandalan pompa 107 JA .....	56
Gambar 4. 20 Keandalan pompa 107 JA dengan PM.....	57
Gambar 4. 21 Laju kegagalan pompa 107 JA .....	58
Gambar 4. 22 Keandalan pompa 107 JB.....	59
Gambar 4. 23 Keandalan pompa 107 JB dengan PM .....	60
Gambar 4. 24 Laju kegagalan pompa 107 JB.....	60
Gambar 4. 25 Keandalan pompa 107 JC.....	61
Gambar 4. 26 Keandalan pompa 107 JC dengan PM .....	62
Gambar 4. 27 Laju kegagalan pompa 107 JC.....	63
Gambar 4. 28 Keandalan <i>pressure indicator</i> 1621 .....	64
Gambar 4. 29 Keandalan <i>pressure indicator</i> 1621 dengan PM...	65
Gambar 4. 30 Laju kegagalan PI 1621.....	65
Gambar 4. 31 Keandalan <i>flow valve</i> 1052.....	66
Gambar 4. 32 Keandalan <i>flow valve</i> 1052 dengan PM .....	67
Gambar 4. 33 Laju kegagalan FV 1052 .....	68
Gambar 4. 34 Keandalan <i>semi-lean solution flash tank</i> .....	69
Gambar 4. 35 Keandalan <i>semi-lean solution flash tank</i> dengan PM .....	70
Gambar 4. 36 Laju kegagalan <i>semi-lean solution flash tank</i> .....	71
Gambar 4. 37 Keandalan <i>level valve</i> 1041 .....	71
Gambar 4. 38 Keandalan <i>level valve</i> 1041 dengan PM.....	72
Gambar 4. 39 Laju kegagalan <i>level valve</i> 1041.....	73
Gambar 4. 40 Keandalan <i>co<sub>2</sub> stripper feed flash drum</i> 133F .....	74

Gambar 4. 41 Keandalan <i>co<sub>2</sub> stripper feed flash drum</i> 133F dengan PM .....	75
Gambar 4. 42 Laju kegagalan <i>co<sub>2</sub> stripper feed flash drum</i> 133F .....	76
Gambar 4. 43 Keandalan <i>level valve</i> 1162 .....	77
Gambar 4. 44 Keandalan <i>level valve</i> 1162 dengan PM.....	78
Gambar 4. 45 Laju kegagalan <i>level valve</i> 1162 .....	78
Gambar 4. 46 Keandalan <i>pressure valve</i> 1833 .....	79
Gambar 4. 47 Keandalan <i>pressure valve</i> 1833 dengan PM.....	80
Gambar 4. 48 Laju kegagalan <i>pressure valve</i> 1833 .....	81
Gambar 4. 49 Diagram blok sistem <i>absorber</i> 101E.....	85

***Halaman ini sengaja dikosongkan***



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Deskripsi <i>system function and functional failure</i> .....	20
Tabel 3. 1 Identifikasi komponen sistem .....	28
Tabel 3. 2 Deskripsi fungsi komponen, fungsi kegagalan dan FMEA .....	38
Tabel 3. 3 <i>Descission worksheet</i> RCM II.....	38
Tabel 4.1 Perhitungan TTF dan TTR unit <i>absorber</i> 101E .....	40
Tabel 4. 2 Interval perawatan komponen berdasar data PT. Petrokimia Gresik.....	81
Tabel 4. 3 Kegiatan Maintenance berdasarkan laju kegagalan dengan jadwal perawatan berdasarkan OREDA .....	83
Tabel 4. 4 Keandalan komponen dalam satu tahun .....	84
Tabel 4. 5 <i>Function</i> dan <i>functional failure</i> dari FMEA .....	86
Tabel 4. 6 <i>Failure mode</i> dan <i>failure effect</i> dari <i>absorber</i> 101E ..	87
Tabel 4. 7 <i>Failure mode</i> dan <i>failure effect</i> dari unit <i>co<sub>2</sub> stripper</i> <i>feed flash drum</i> .....	90
Tabel 4. 8 <i>Failure mode</i> dan <i>failure effect</i> dari unit <i>semi-lean</i> <i>solution flash tank</i> 132F.....	91
Tabel 4. 9 <i>Decision worksheet sistem absorber</i> 101E .....	92
Tabel 4. 10 <i>Recommedation action decision worksheet</i> .....	93

***Halaman ini sengaja dikosongkan***

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Perkembangan pada bidang Pertanian di Indonesia mengakibatkan peningkatan konsumsi pupuk semakin meningkat. Hal ini merupakan tantangan bagi industri pupuk yang harus mampu memenuhi kebutuhan konsumen. Salah satu pabrik pupuk di Indonesia adalah PT.Petrokimia Gresik. Produk pupuk yang dihasilkan antara lain adalah pupuk urea, pupuk fosfat, phonska I-II-III-IV, NPK I-II-III-IV, pupuk ZK, dan pupuk petrokanik. Selain memproduksi pupuk, PT. Petrokimia Gresik juga memproduksi bahan kimia seperti amoniak, asam sulfat (98%  $H_2SO_4$ ), asam fosfat (100%  $P_2O_5$ ), *aluminium fluoride*, dan *cement retarder*. Proses pembuatan pupuk, khususnya pupuk urea, memerlukan bahan baku utama yaitu ammonia dan gas karbondioksida ( $CO_2$ ). Kedua bahan baku ini dihasilkan oleh pabrik amoniak. Proses pembentukan amonia memiliki 5 tahap, yaitu penyediaan gas sintesa, pemurnian gas sintesa, sintesa amoniak, refrigerasi dan *purge gas recovery*. (Petrokimia, 2016)

Pada proses pembentukan amoniak,  $CO_2$  dihilangkan dengan absorpsi menggunakan larutan benfield di *absorber 101E*. Gas  $CO_2$  yang terkandung dalam gas sintesis adalah racun bagi katalis amoniak, oleh sebab itu  $CO_2$  harus dipisahkan sebelum masuk unit sintesis amoniak, sehingga *absorber 101E* merupakan salah satu komponen penting dalam proses pembentukan ammonia. Untuk pemisahan  $CO_2$  di *raw synthesis gas* dilakukan dengan absorpsi pada *counter current flow* dari *activated potassium carbonate solution* dalam *CO<sub>2</sub> absorber 101E*. Pada unit 101E dioperasikan pada tekanan tinggi 28-32 kg/cm<sup>2</sup>.G. Sangat penting sekali untuk mengatur kandungan  $CO_2$  antara 0,05%-0,1% dalam *raw synthesis gas* sebelum masuk ke proses metanasi. Tingginya kandungan  $CO_2$  sebelum metanator menyebabkan kenaikan temperatur pada metanator yang menyebabkan metanator harus di shut-downkan. Karena pentingnya proses pada sistem *absorber 101E* ini maka harus dilakukan tindakan manajemen pemeliharaan dengan strategi

perawatan yang tepat. Dengan tujuan untuk mengoptimalkan pemeliharaan dan program manajemen keandalan. Keandalan merupakan peluang atau kemungkinan suatu komponen yang dapat menjalankan fungsinya dengan baik selama periode waktu tertentu (Deepak Prabdkar P 2013). Namun sangat sulit untuk menerapkan strategi perawatan terhadap fasilitas produksi pada suatu industri yang kompleks (JA Sainz 2013). Hal ini dapat dilihat dari kegagalan komponen yang masih sering terjadi dilapangan. Disisi lain belum terperinci-nya schedule berkala untuk mengantisipasi kegagalan yang mungkin terjadi, sehingga perlu dilakukan analisis keandalan dengan metode yang tepat untuk menata ulang waktu perawatan *equipment* yang ada.

RCM (*Reliability Centered Maintenance*) merupakan metode yang digunakan untuk manajemen pemeliharaan dan penjadwalan *maintenance*. RCM digambarkan sebagai pendekatan sistematis untuk mengidentifikasi tugas-tugas pemeliharaan pencegahan yang efektif dan efisien sesuai dengan *set* prosedur yang spesifik (Islam, 2010). Penggunaan RCM dapat meningkatkan *reliability* sistem, mengurangi jumlah pemeliharaan preventif dan pemeliharaan korektif terencana, dan meningkatkan keselamatan (Backlund, 2003). Pada penelitian ini perlu dilakukan metode RCM yang berguna untuk mendapatkan manajemen pemeliharaan dan juga penjadwalan *maintenance* yang efektif berdasarkan data perawatan (*Maintenance Record*) dari sistem *Absorber* 101E. Hal tersebut berguna untuuk menjaga *reliability system*. *Software* Reliasoft Weibull++ sangat berguna untuk *memanage* RCM secara keseluruhan.

## 1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan sebelumnya, permasalahan yang diangkat dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

- a. Bagaimana menentukan kehandalan sistem *absorber* 101E?
- b. Bagaimana menentukan kehandalan komponen dalam satu tahun?

- c. Bagaimana menentukan jadwal *preventive maintenance* berdasarkan *reliability*, *maintainability*, dan *availability* tiap komponen pada sistem *absorber* 101E?
- d. Bagaimana menentukan jenis tindakan pencegahan terjadinya kegagalan guna menjaga proses produksi ammonia terutama pada sistem *absorber* 101E?

### 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dari Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut :

- a. Menentukan kehandalan sistem *absorber* 101E.
- b. Menentukan kehandalan komponen dalam satu tahun.
- c. Menentukan jadwal *preventive maintenance* berdasarkan *reliability*, *maintainability*, dan *availability* tiap komponen pada sistem *absorber* 101E.
- d. Menentukan jenis tindakan pencegahan terjadinya kegagalan guna menjaga proses produksi ammonia terutama pada sistem *absorber* 101E.

### 1.4 Lingkup Penelitian

Pada pengerjaan Tugas Akhir kali ini, agar lebih fokus maka akan diambil beberapa batasan masalah yaitu sebagai berikut :

- a. Penelitian dilakukan hanya pada bagian sistem *absorber* 101E, yaitu *absorber* 101E, pompa 107 JA, pompa 107 JB, pompa 107 JC, *semi-lean solution flash tank* 132F, *CO<sub>2</sub> stripper feed flash drum* 133F dan hidraulik turbin 107JAHT
- b. Data-data kegagalan dan kerusakan yang digunakan adalah selama kurun waktu 7 tahun, yaitu tahun 2009 sampai Maret 2016.
- c. *Software* yang digunakan dalam pengerjaan Tugas Akhir ini adalah *Software Reliasoft Weibull++* untuk menentukan distribusi kegagalan setiap komponen.
- d. Analisa kuantitatif berdasarkan *range* waktu data *maintanance* untuk tiap komponen, diagram PFD dan P&ID.

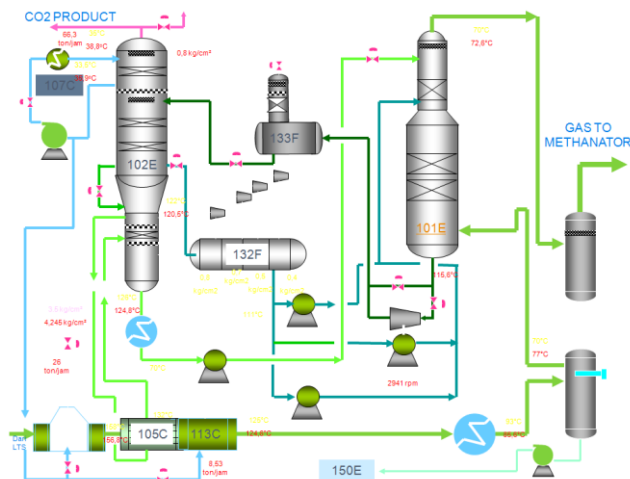
- e. Analisa kualitatif berdasarkan data wawancara pada narasumber di perusahaan untuk mengetahui komponen penyusun, bentuk kegagalan, penyebab kegagalan dan akibat yang akan ditimbulkan.

## BAB II

### TEORI PENUNJANG

### 2.1. Sistem *Absorber* 101E

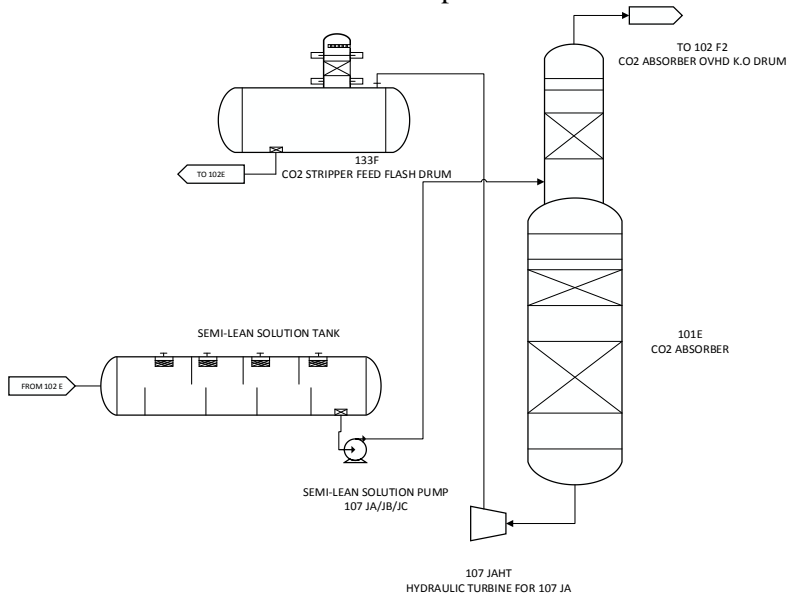
Pada proses pemurnian gas sintesis CO<sub>2</sub> dihilangkan dengan absorpsi menggunakan larutan benfield di *absorber* CO<sub>2</sub> ( 101E). Gas CO<sub>2</sub> yang terkandung dalam gas sintesis adalah racun bagi katalis ammonia. Oleh sebab itu harus dipisahkan sebelum masuk unit sintesis amoniak. Pemisahan sejumlah besar CO<sub>2</sub> dari *raw synthesis gas* dilakukan dengan absorpsi pada *counter current flow* dari *activated potassium carbonate solution* dalam CO<sub>2</sub> *absorber* 101E (Gambar 9.1). Pada unit 101 E dioperasikan pada tekanan tinggi 28-32 kg/cm<sup>2</sup>.G. Sangat penting sekali untuk mengatur kandungan CO<sub>2</sub> antara 0,05%-0,1% dalam *raw synthesis gas* sebelum masuk proses metanasi. Tingginya kandungan CO<sub>2</sub> sebelum metanator menyebabkan kenaikan temperatur pada metanator yang menyebabkan metanator harus dishut-downkan.



**Gambar 2. 1** *CO<sub>2</sub> removal system*

Larutan yang berasal dari *semi-leansolution flash tank* (132F) akan dipompa oleh 3 pompa dengan 2 pompa bekerja dan 1 standby menuju absorber 101E. Pompa 107 JA digerakan oleh *hydraulic* turbin, pompa 107 JB digerakan oleh steam turbin, dan pompa 107 JC digerakan oleh motor.

*Raw synthesis gas* pada temperatur 70°C masuk 101E setelah melalui internal distributor yang posisinya di atas batas level normal operasi di bagian *bottom*. Kemudian gas naik ke atas melalui dua bed terbawah. Pada perjalanannya gas tersebut kontak dengan larutan semi lean yang sudah teregenerasi sebagian dan pada kontak pertama inilah sebagian besar CO<sub>2</sub> diserap oleh larutan. Aliran gas yang sebagian besar CO<sub>2</sub> nya sudah terserap larutan, terus naik ke atas melalui bed paling atas dan disini terjadi kontak dengan aliran *lean solution* yang turun ke bawah. Pada kontak kedua ini sisa-sisa CO<sub>2</sub> diserap.



**Gambar 2. 2** Sistem *absorber* 101E



Setelah terjadi kontak dengan *raw synthesis gas* pada *absorber*, larutan benfield yang kaya CO<sub>2</sub> tersebut terkumpul dibagian bottom *Absorber 101 E*. Aliran larutan keluaran *bottom Absorber 101 E* bertemperatur 116 °C dan dilewatkan ke hydraulic turbine 107-JAHT. *Hydraulic turbine 107 JAHT* digunakan untuk penggerak pompa *semi-lean solution* JA. Sebagian larutan tersebut diregenerasi oleh ekspansi ke tekanan lebih rendah.

## 2.2. Keandalan (*Reliability*)

Pentingnya keberhasilan proses produksi pada dunia industri tidak lepas dari aspek Keandalan komponen atau sistem untuk tidak mengalami suatu kegagalan dalam jangka waktu tertentu. Definisi Keandalan (*reliability*) adalah probabilitas sistem akan memiliki kinerja sesuai dengan fungsi yang dibutuhkan dalam periode tertentu (Ebeling, 1997). Sedangkan definisi lain dari kendalan (*reliability*) adalah probabilitas suatu sistem akan berfungsi secara normal ketika digunakan untuk periode waktu yang diinginkan dalam kondisi operasi spesifik. (Dhillon, 1997)

Evaluasi Keandalan suatu sistem mempunyai dua metode secara umum yang biasa digunakan yaitu metode kualitatif dan metode kuantitatif (Ebeling, 1997). Metode kuantitatif didapatkan dari data *maintenance* terhadap waktu *kegagalan (time to failure)* dan waktu perbaikan (*time to repair*) dari setiap komponen, sehingga dapat dikatakan sebagai metode matematis.

Berikut merupakan rumus yang digunakan untuk menghitung suatu Keandalan :

$$R(t) = 1 - F(t) = \int_0^{\infty} f(t)dt \quad (2.1)$$

Dimana :

F (t) adalah *Cumulative Distribution Function* (CDF)

R (t) adalah *Reliability Function*

f (t) adalah *Probability Density Function* (PDF)

## 2.3. Ketersediaan (*Availability*)

*Availability* adalah kemungkinan sebuah komponen untuk menjalankan fungsinya (dengan berbagai aspek Keandalan,

kemampurawatan, dukungan perawatan). *Availability* juga dapat diartikan sebagai ketersediaan suatu komponen dalam kurun waktu tertentu. *Availability* yang berubah terhadap waktu dapat dihitung menggunakan persamaan di bawah ini : (Ebeling, 1997)

$$A(t) = \left[ \left( \frac{\mu}{\lambda + \mu} \right) + \left( \left( \frac{\lambda}{\lambda + \mu} \right) \exp(-(\lambda + \mu)t) \right) \right] \quad (2.2)$$

Dimana :

$\lambda$  = *failure rate* dari waktu antar kegagalan

$\mu$  = 1/MTTR

## 2.4. Keterawatan (*Maintainability*)

*Maintainability* merupakan kemampuan suatu komponen yang rusak untuk diperbaiki pada keandalan semula dalam kurun waktu tertentu, sesuai dengan prosedur yang telah ditentukan. *Maintainability* mempunyai rumus yang berbeda-beda pada setiap distribusi datanya (Ebeling, 1997). Nilai *maintainability* dapat ditulis seperti persamaan berikut ini :

- *Maintainability* normal

$$M(t) = \varphi \left( \frac{t - \mu}{\sigma} \right) \quad (2.3)$$

Dengan :

$t$  = waktu (*variabel*)

$\mu$  = rata-rata

$\sigma$  = simpangan baku

- *Maintainability* lognormal

$$M(t) = \frac{1}{\sigma t \sqrt{2\pi}} \exp \left[ -\frac{1}{2} \left( \frac{\ln(t - \mu)}{\sigma} \right)^2 \right] \quad (2.4)$$

Dengan :

$t$  = waktu (*variabel*)

$\mu$  = rata-rata, dan

$\sigma$  = simpangan baku

- *Maintainability* weibull

- Dua parameter :

$$M(t) = 1 - \exp \left[ - \left( \frac{t}{\theta} \right)^\beta \right] \quad (2.5)$$

- Tiga parameter :

$$M(t) = 1 - \exp \left[ - \left( \frac{t-t_0}{\theta} \right)^\beta \right] \quad (2.6)$$

Dengan :

t = waktu (variabel)

$\beta$  = bentuk parameter (*shape parameter*)

$\eta$  = parameter skala (*scale parameter*)

$\gamma$  = parameter lokasi (*location parameter*)

- *Maintainability* eksponensial

$$M(t) = 1 - e^{-\left(\frac{t}{MTTR}\right)} \quad (2.7)$$

Dengan :

t = waktu (variabel)

MTTR = *Mean Time To Repair*

Untuk persamaan waktu rata-rata perbaikan (MTTR) untuk beberapa distribusi dapat menggunakan persamaan sebagai berikut:

- Distribusi normal :

$$MTTR = \mu \quad (2.8)$$

- Distribusi lognormal:

$$MTTR = \exp \left( \mu + \frac{\sigma^2}{2} \right) \quad (2.9)$$

- Distribusi weibull:

- Dua parameter :

$$MTTR = \eta \Gamma \left( 1 + \frac{1}{\beta} \right) \quad (2.10)$$

- Tiga parameter :

$$MTTR = t_0 + \eta \Gamma \left( 1 + \frac{1}{\beta} \right) \quad (2.11)$$

- Distribusi eksponensial :

$$MTTR = \gamma + \frac{1}{\lambda} \quad (2.12)$$

Dengan :

$t$  = waktu (variabel)  
 $MTTR$  = *Mean Time To Repair*

## 2.5. Laju Kegagalan (*Failure Rate*)

Laju kegagalan atau biasa yang disebut dengan *Failure Rate* merupakan banyaknya terjadi kegagalan per satuan waktu. Laju kegagalan dinyatakan sebagai perbandingan antara banyaknya kegagalan yang terjadi dalam selang waktu tertentu dengan total waktu operasi suatu komponen atau pun sistem. Laju kegagalan dapat dihitung dengan persamaan 2.13 dan 2.14 di bawah ini : (Ebeling, 1997)

$$\lambda = \frac{f}{T} \quad (2.13)$$

$$\lambda = \frac{f(t)}{R(t)} \quad (2.14)$$

Dimana:

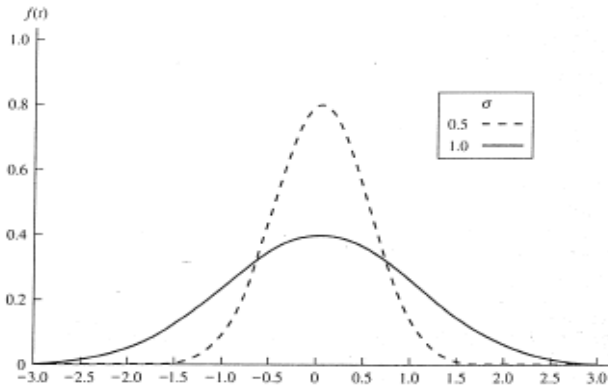
$f$  = banyaknya kegagalan selama jangka waktu operasi

$T$  = total waktu operasi

$\lambda(t)$  = laju kegagalan

Berikut merupakan penjelasan mengenai distribusi laju kegagalan yang memiliki empat jenis distribusi.

### 2.5.1 Distribusi Normal



**Gambar 2. 3** Distribusi normal

Distribusi normal atau juga disebut distribusi gaussian adalah distribusi yang paling sering digunakan untuk menjelaskan tentang penyebaran data. *Probability Density Function* (PDF) dari distribusi normal adalah simetris terhadap nilai rata-rata (*mean*). Grafik distribusi normal dapat dilihat pada gambar 2.3. Dispersi terhadap nilai rata-rata distribusi normal diukur berdasarkan nilai standar deviasi ( $\sigma$ ). Dengan kata lain parameter distribusi normal adalah *mean* dan standar deviasi ( $\sigma$ ). *Probability Density Function* (PDF) dari distribusi normal dapat dinyatakan dengan persamaan 2.15 di bawah ini : (Ebeling, 1997)

$$f(t) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp \left[ -\frac{1}{2} \left( \frac{t - \mu}{\sigma} \right)^2 \right] \quad (2.15)$$

Jika distribusi waktu antar kegagalan suatu sistem mengikuti distribusi normal, maka :

a. Fungsi Keandalan distribusi normal adalah :

$$R(t) = 1 - \Phi\left(\frac{t - \mu}{\sigma}\right) \quad (2.16)$$

b. Laju kegagalan distribusi normal adalah :

$$\lambda(t) = \frac{f(t)}{R(t)} = \frac{f(t)}{1 - \Phi\left(\frac{t - \mu}{\sigma}\right)} \quad (2.17)$$

c. Waktu rata-rata kegagalan distribusi normal adalah :

$$\text{MTTF} = \mu \quad (2.18)$$

Dimana :

$t$  = waktu (variabel)

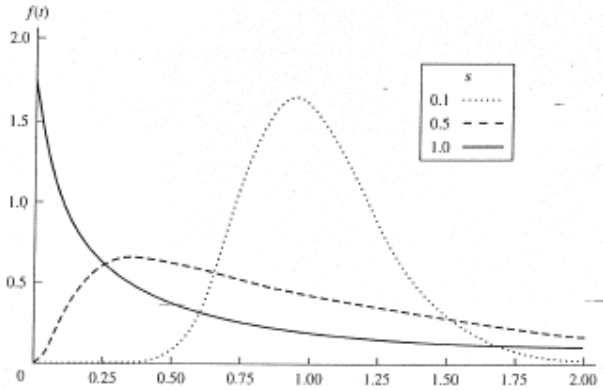
$\mu$  = rata-rata data

$\sigma$  = simpangan baku

### 2.5.2 Distribusi Lognormal

Pada saat variabel acak  $T$  (waktu kegagalan) mempunyai distribusi lognormal, logaritma  $T$  memiliki distribusi normal. Fungsi kerapatan peluang untuk distribusi lognormal ditunjukkan pada persamaan 2.19 (Ebeling, 1997).

$$f(t) = \frac{1}{\sigma t \sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{\ln t - \mu}{\sigma}\right)^2\right] \quad (2.19)$$



**Gambar 2. 4** Distribusi lognormal

Grafik distribusi lognormal dapat dilihat pada gambar 2.4. Karakteristik distribusi lognormal memiliki dua parameter, diantaranya yaitu parameter lokasi ( $\mu$ ) dan parameter skala ( $\sigma$ ), sama dengan standar deviasi. Jika distribusi waktu antar kegagalan mengikuti distribusi lognormal, maka : (Ebeling, 1997)

a. Fungsi Keandalan distribusi lognormal adalah :

$$R(t) = 1 - \int_0^t \frac{1}{\sigma t \sqrt{2\pi}} \exp \left[ -\frac{1}{2} \left( \frac{\ln t - \mu}{\sigma} \right)^2 \right] dt \quad (2.20)$$

b. Laju kegagalan distribusi lognormal adalah :

$$\lambda(t) = \frac{f(t)}{R(t)} \quad (2.21)$$

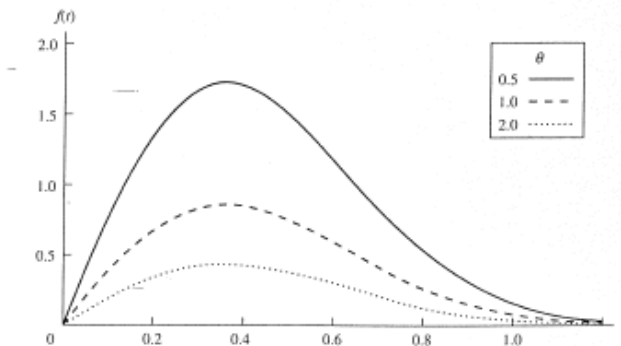
c. Waktu rata-rata kegagalan distribusi lognormal adalah :

$$\text{MTTF} = \exp \left( \mu + \frac{\sigma^2}{2} \right) \quad (2.22)$$

### 2.5.3 Distribusi Weibull

Selain distribusi normal, distribusi *weibull* juga paling sering digunakan dalam Keandalan. Model *bathub curve* merupakan dasar untuk melakukan perhitungan Keandalan suatu komponen atau sistem. Penambahan parameter di dalam distribusi *weibull* dapat mempresentasikan banyaknya *probability density function* (PDF), sehingga distribusi ini dapat digunakan untuk variasi data yang luas. Berikut merupakan fungsi dari parameter distribusi *weibull* :

- $\eta$ , sebagai parameter skala (*scale parameter*),  $\eta > 0$ , disebut sebagai *characteristic life*
- $\beta$ , sebagai parameter bentuk (*shape parameter*),  $\beta > 0$ , mendeskripsikan bentuk dari PDF (*Probability Density Function PDF*).
- $\gamma$ , sebagai parameter lokasi (*locations parameter*), yaitu merepresentasikan *failure-free* atau awal periode dari penggunaan alat. Jika  $\gamma = 0$  maka distribusi akan berubah menjadi dua parameter.



**Gambar 2. 5** Distribusi *weibull*

Grafik distribusi *weibull* dapat dilihat pada gambar 2.5. Karakteristik distribusi *weibull* memiliki beberapa parameter pada distribusinya, yaitu dua parameter ( $\eta, \beta$ ) dan tiga parameter ( $\eta, \beta, \gamma$ ) (Ebeling, 1997)



- Distribusi dua parameter

PDF dari distribusi weibull yaitu :

$$f(t) = \frac{\beta}{\eta} \left[ \left( \frac{t}{\eta} \right)^{\beta-1} \right] \exp \left[ - \left( \frac{t}{\eta} \right)^{\beta} \right] \quad (2.23)$$

- a. Laju kegagalan distribusi *weibull* adalah :

$$\lambda(t) = \frac{\beta}{\eta} \left[ \frac{t}{\eta} \right]^{\beta-1} \quad (2.24)$$

- b. Fungsi Keandalan distribusi *weibull* adalah :

$$R(t) = \exp \left\{ - \left( \frac{t - \gamma}{\eta} \right)^{\beta} \right\} \quad (2.25)$$

- c. Waktu rata-rata kegagalan distribusi *weibull* adalah :

$$\text{MTTF} = \eta \Gamma \left( 1 + \frac{1}{\beta} \right) \quad (2.26)$$

- Distribusi tiga parameter

PDF dari distribusi weibull yaitu :

$$f(t) = \frac{\beta}{\eta} \left[ \left( \frac{t - t_0}{\eta} \right)^{\beta-1} \right] \exp \left[ - \left( \frac{t - t_0}{\eta} \right)^{\beta} \right] \quad (2.27)$$

- a. Laju kegagalan distribusi *weibull* adalah :

$$\lambda(t) = \frac{\beta}{\eta} \left[ \frac{t - t_0}{\eta} \right]^{\beta-1} \quad (2.28)$$

b. Fungsi Keandalan distribusi *weibull* adalah :

$$R(t) = \exp\left\{-\left(\frac{t-t_0}{\eta}\right)^\beta\right\} \quad (2.29)$$

c. Waktu rata-rata kegagalan distribusi *weibull* adalah :

$$MTTF = t_0 + \eta \Gamma\left(1 + \frac{1}{\beta}\right) \quad (2.30)$$

Dengan :

$t$  = waktu (variabel)

$\beta$  = bentuk parameter (*shape parameter*)

$\eta$  = parameter skala (*scale parameter*)

$\gamma$  = parameter lokasi (*location parameter*)

#### 2.5.4 Distribusi Eksponensial

*Probability Density Function* (PDF) distribusi eksponensial ditunjukkan pada persamaan 2.31 (Ebeling, 1997). Grafik distribusi eksponensial dapat dilihat pada gambar 2.6

$$f(t) = \lambda e^{-\lambda(t-\gamma)}, t > 0, \lambda > 0, t \geq \gamma \quad (2.31)$$

Jika distribusi waktu antar kegagalan suatu sistem mengikuti distribusi eksponensial, maka : (Ebeling, 1997)

a. Fungsi Keandalan distribusi eksponensial adalah :

$$R(t) = e^{-\lambda(t\gamma)} \quad (2.32)$$

b. Laju kegagalan distribusi eksponensial adalah :

$$\lambda(t) = \lambda \quad (2.33)$$

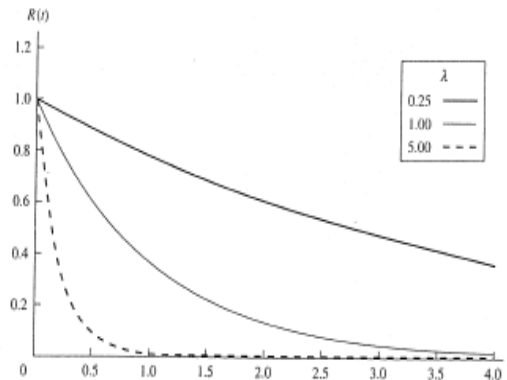
c. Waktu rata-rata kegagalan distribusi eksponensial adalah :

$$MTTF = \gamma + \frac{1}{\lambda} \quad (2.34)$$

Dengan :

$t$  = waktu (variabel)

MTTR = *Mean Time To Repair*



**Gambar 2. 6** Distribusi eksponensial

## 2.6. Preventive maintenance

*Preventive maintenance* merupakan kegiatan pemeliharaan yang dilakukan sebelum komponen mengalami kerusakan. Kegiatan ini penting dilakukan untuk mencegah gangguan pada proses produksi akibat kerusakan komponen. Secara matematis, *preventive maintenance* dirumuskan sebagai berikut (Ebeling, 1997).

$$R_m(t) = R(T)^n R(t - nT) \quad (2.25)$$

Dimana :

$$nT \leq t < (n+1) t$$

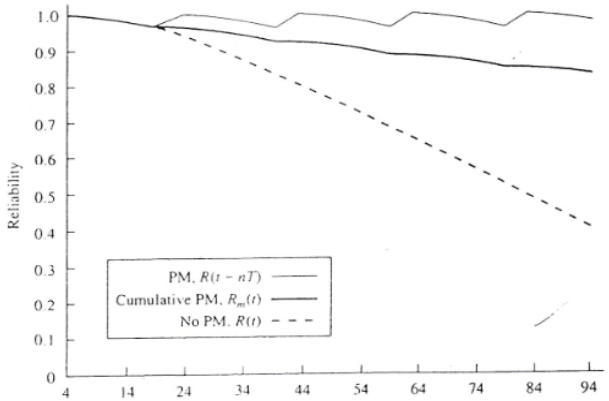
$$n = 0, 1, 2, \dots$$

Dimana :

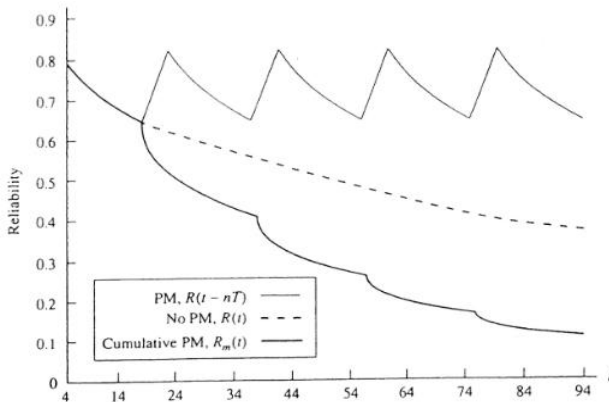
$R_m(t)$  = Fungsi keandalan setelah dilakukan *preventive maintenance*.

$R(T)^n$  = Probabilitas ketahanan sampai dengan *preventive maintenance* ke- $n$ .

$R(t-nT)$  = Probabilitas ketahanan selama jangka waktu  $t-nT$  yang telah ditentukan sebelumnya pada kondisi awal.



**Gambar 2. 7** Gambar grafik keandalan sistem dengan *preventive maintenance* untuk *increasing failure rate*



**Gambar 2. 8** Gambar grafik keandalan sistem dengan *preventive maintenance* untuk *decreasing failure rate*

Grafik keandalan untuk komponen/peralatan dengan *preventive maintenance* untuk *increasing failure rate* dapat dilihat pada gambar 2.7 dan untuk *decreasing failure rate* dapat dilihat pada gambar 2.8.

## 2.7. ***Reliability Centered Maintenance (RCM)***

*Reliability Centered Maintenance (RCM)* adalah proses yang digunakan untuk menentukan langkah apa yang harus dilakukan untuk menjamin suatu *asset* fisik. Harapannya agar *asset* tersebut dapat berjalan dengan baik dan terus memenuhi fungsi yang diharapkan oleh penggunaanya. Metode RCM digunakan untuk menganalisa fungsi komponen, jenis kerusakan yang terjadi, efek yang ditimbulkan akibat kerusakan, serta tindakan yang harus diberikan untuk mengantisipasi jenis kerusakan pada komponen kritis.

Pada dasarnya penelitian RCM merupakan usaha untuk menjawab tujuh pertanyaan utama yang berkaitan dengan *asset* atau peralatan yang sedang diteliti. Ketujuh pertanyaan utama tersebut antara lain adalah : (Moubray, 2000)

- a. Apakah fungsi dan hubungan performansi standar dari *asset* dalam konteks operasional pada saat ini (*system functions*)?
- b. Bagaimana *asset* tersebut rusak dalam menjalankan fungsinya (*functional failure*)?
- c. Apa yang menyebabkan terjadinya kegagalan fungsi *asset* tersebut (*failure modes*)?
- d. Apa yang terjadi pada saat terjadi kerusakan (*failure effect*)?
- e. Bagaimana masing-masing kerusakan tersebut dapat terjadi (*failure consequences*)?
- f. Apa yang dapat dilakukan untuk memprediksi atau mencegah masing-masing kerusakan tersebut (*proactive task and task interval*)?
- g. Apa yang harus dilakukan apabila kegiatan proaktif yang sesuai tidak ditemukan (*default action*)?

### 2.7.1 System Function and Functional Failure

Fungsi (*Function*) adalah kinerja (*performance*) yang diharapkan oleh suatu sistem agar dapat bekerja dengan baik sesuai fungsinya. *Functional Failure* (FF) didefinisikan sebagai ketidakmampuan suatu komponen atau sistem untuk memenuhi standar presentasi yang diharapkan oleh perusahaan.

Sebelum kita dapat menentukan kegiatan yang sesuai yang akan diberikan, ada dua hal yang harus dipenuhi. Pertama menentukan apa yang dikehendaki pemakai terhadap asset tersebut dan yang kedua yaitu memastikan bahwa *asset* tersebut mampu menjalankan apa yang dikehendaki oleh pemakai. Hal ini menjadi alasan mengapa langkah pertama yang diterapkan dalam proses RCM adalah menentukan apa fungsi dari setiap *asset* yang dimiliki dalam konteks operasi yang dijalankan, bersamaan dengan standar performansi yang diinginkan. *System Function* bertujuan untuk membuat suatu informasi yang dapat mendefinisikan fungsi sistem. Analisa yang digunakan adalah berdasarkan fungsi bukan mengenai peralatan yang ada pada system tersebut. Sedangkan *Fungsional Failure* bertujuan untuk menjelaskan bagaimana system tersebut mengalami kegagalan melaksanakan *system function*. (Moubray, 2000)

**Tabel 2.1** Deskripsi *system function and functional failure*  
(Moubray, 2000)

No	System Function	Functional Failure
1	To supply benzene to the process at a minimum rate of 70 gallons/minute	A Fails to supply benzene at all
		B Supplies benzene at less than 70 gallons/minutes
2	To contain the benzene and the benzene vapor	A Fails to contain the benzene
		B Fails to contain the benzene Vapor

### 2.7.2 *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*

*Failure Mode & Effect Analysis* adalah suatu teknik *management* kegagalan untuk mengidentifikasi penyebab kegagalan suatu *asset* yang tidak mampu melaksanakan fungsi yang diharapkan oleh pengguna. *Failure Mode* dapat didefinisikan bagaimana suatu *asset* dapat mengalami kerusakan, bertujuan untuk menentukan akar permasalahan dari kegagalan yang terjadi. *Failure Effect* menjelaskan dampak yang diakibatkan apabila *failure mode* tersebut terjadi. Proses identifikasi terhadap fungsi, *failure mode* dan *failure effect* sangat penting untuk dilakukan karena dapat menentukan perbaikan performansi suatu *asset*. (Moubray, 2000)

*Failure mode* ada beberapa macam antara lain :

a. *External Leakage-Process Medium (ELP)*

*External Leakage-Process Medium* adalah mode kegagalan yang memiliki arti kebocoran akibat pengaruh *external* pada proses.

b. *Abnormal Instrument Reading (AIR)*

*Abnormal Instrument Reading* adalah mode kegagalan yang memiliki arti pembacaan *instrument* yang tidak normal.

c. *Structural Deficiency (STD)*

*Structural Deficiency* adalah mode kegagalan yang memiliki arti penyimpangan *Desain Structural*.

d. *Plugged/Chocked (PLU)*

*Plugged/Chocked* adalah mode kegagalan yang memiliki arti komponen mengalami sumbatan atau buntu.

e. *Minor In-Service Problem (SER)*

*Minor In-Service Problem* adalah mode kegagalan yang memiliki arti kesalahan yang tidak diketahui/tidak disengaja pada saat melakukan perbaikan/pemasangan.

f. *Fail To Regulate (FTR)*

*Fail To Regulate* adalah mode kegagalan yang memiliki arti *valve* tidak bisa membuka atau menutup sesuai dengan instruksi dari *Controller*.

g. *Valve Leakage In Closed Position (LCP)* *Valve Leakage In Closed Position* adalah mode kegagalan yang memiliki arti

kegagalan *valve* dalam menutup sehingga fluida masih bisa mengalir ketika *Valve* sudah menutup atau biasa disebut (*Passing*).

- h. *Fail To Open On Demand (FTO)*  
*Fail To Open On Demand* adalah mode kegagalan yang memiliki arti *Valve* tidak bisa membuka.
- i. *Delayed Operation (DOP)*  
*Delayed Operation* yaitu mode kegagalan yang memiliki arti keterlambatan *Valve* dalam merespon.
- j. *Insufficient Heat Transfer (IHT)*  
*Insufficient Heat Transfer* adalah mode kegagalan yang memiliki arti *Cooler* tidak berhasil mendinginkan gas yang melewatinya.
- k. *Fail To Close On Demand (FTC)*  
*Fail To Close On Demand* adalah mode kegagalan yang memiliki arti *Vavle* tidak bisa menutup sesuai dengan *Instruksi Controller*.

### 2.7.3 Konsekuensi Kegagalan (*Failure Consequences*)

Dalam *reliability centered maintenance*, konsekuensi kegagalan diklasifikasikan menjadi empat bagian yaitu :

- a. *Hidden Failure Consequences*  
*Hidden failure consequences* merupakan kegagalan yang tidak dapat dibuktikan secara langsung sesaat setelah kegagalan berlangsung.
- b. *Safety and Environment Consequences*  
*Safety consequences* terjadi apabila sebuah kegagalan fungsi mempunyai konsekuensi terhadap keselamatan pekerja/manusia lainnya. *Enviroment consequences* terjadi apabila kegagalan fungsi berdampak pada kelestarian lingkungan.
- c. *Operational Consequences*  
Suatu kegagalan dikatakan memiliki konsekuensi operasional ketika berakibat pada produksi atau operasional (keluaran,kualitas produk, pelayanan terhadap konsumen atau biaya operasional untuk perbaikan komponen).



d. *Non Operational Consequences*

Bukti kegagalan pada kategori ini adalah yang bukan tergolong dalam konsekuensi keselamatan ataupun produksi, jadi kegagalan ini hanya melibatkan biaya perbaikan komponen.

#### 2.7.4 *Severity Class*

Setiap kegagalan yang terjadi dapat dikategorikan ke dalam salah satu dari keempat *severity class* yaitu :

a. *Critical Failure*

Kegagalan yang menyebabkan kerugian secara langsung dan menyeluruh terhadap kapabilitas alat dalam menghasilkan output.

b. *Degraded Failure*

Kegagalan yang tidak bersifat kritis, namun dapat menghambat kinerja alat dalam menghasilkan output di beberapa kondisi. Tipe kegagalan ini biasanya terjadi secara bertahap dan lambat laun dapat meningkat menjadi *critical failure*.

c. *Incipient Failure*

Jenis kegagalan ini secara tidak langsung mempengaruhi kinerja alat dalam menghasilkan output. Namun, jika hal ini dibiarkan secara terus-menerus dapat menyebabkan *degraded failure* atau bahkan *critical failure* di masa mendatang.

d. *Unknown*

Pada tipe kegagalan ini, tidak ada rekaman tingkat keparahan atau dengan kata lain kegagalan tidak dapat terdeteksi.

#### 2.7.5 *Proactive Task and Initial Interval*

*Proactive task* dan *initial interval* dilakukan sebelum terjadi kegagalan untuk menghindarkan aset dari kondisi yang dapat menyebabkan kegagalan. Kegiatan ini biasa dikenal dengan *predictive* dan *preventive maintenance*. Dalam RCM, *predictive maintenance* dikategorikan ke dalam aktivitas *scheduled on condition task*, sedangkan *preventive maintenance* dikategorikan ke dalam *scheduled restoration task* ataupun *scheduled discard task*. Adapun kategori-kategori dalam melakukan pemeliharaan adalah sebagai berikut : (Moubray, 2000)

a. *Scheduled on-condition task*

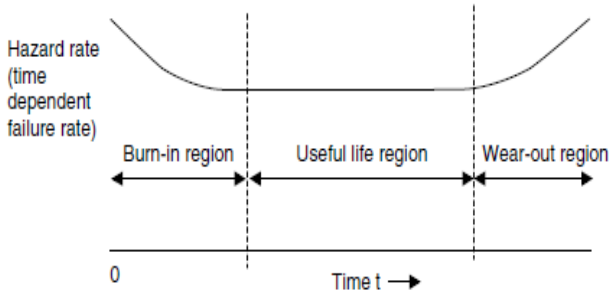
*Scheduled on-condition task* merupakan kegiatan untuk mengecek potensi kegagalan pada saat mesin sedang beroperasi, sehingga kegagalan tersebut dapat dicegah untuk menghindarkan alat dari konsekuensi terjadinya kegagalan fungsi.

b. *Scheduled restoration task*

*Scheduled restoration task* merupakan kegiatan pemeliharaan yang dilakukan dengan cara memperbaiki komponen sesuai jadwal tertentu sebelum mesin mengalami kegagalan fungsi. Dalam pelaksanaannya, mesin harus dihentikan.

c. *Scheduled discard task*

*Scheduled discard task* merupakan kegiatan penggantian komponen dengan komponen yang baru pada interval waktu tertentu tanpa memperhatikan kondisi komponen pada saat itu.



**Gambar 2. 9** *Bathtub curve*

*Bathtub curve* pada gambar 2.9 merupakan salah satu konsep yang dapat dijadikan acuan untuk menentukan bentuk maintenance yang sesuai untuk suatu sistem atau komponen berdasarkan jenis laju kegagalan yang berubah terhadap waktu. Pada *bathtub curve*,

suatu komponen dapat dijelaskan menurut tiga fase utama, yaitu *fase burn-in*, *useful life*, serta *wear-out*. (Dhillon, 1997)

Selama fase *burn-in* (yang dikatakan sebagai fase awal dari suatu komponen yang baru diproduksi), laju kegagalan suatu komponen akan menurun. Beberapa kegagalan yang terjadi di dalam fase ini antara lain adalah ketidaksempurnaan proses manufaktur, kontrol kualitas yang kurang maksimal, cara *packaging* yang kurang tepat, atau kekurangan proses lainnya. Fase *burn-in* dikenal juga dengan sebutan *debugging region*, *infant mortality region*, atau *break-in region*. Kemudian, selama fase *useful life*, laju kegagalan komponen adalah konstan dan kegagalan yang terjadi pun tidak terprediksi atau acak. Kegagalan yang mungkin di antaranya cacat komponen yang tidak terdeteksi, penyalahgunaan komponen, faktor keamanan yang rendah, *human errors*, maupun kondisi lingkungan tertentu yang sulit dihindari. Pada akhirnya, di fase *wear-out*, laju kegagalan meningkat dan kegagalan yang terjadi di antaranya pemeliharaan yang buruk, terjadinya korosi, maupun pemeriksaan (*overhaul*) yang tidak tepat.

### 2.7.6 Default Action

*Default action* adalah suatu tindakan yang dilakukan jika kondisi sudah berada dalam *failed scale*, dan dipilih ketika tindakan *proactive task* yang efektif tidak mungkin dapat dilakukan. Diagram *default action* ditunjukkan pada gambar 2.10 (Moubray, 2000)

*Default action* meliputi :

a. *Schedulled Failure Finding*

*Schedulled failure finding* merupakan kegiatan pengecekan secara periodik terhadap fungsi-fungsi yang tersembunyi untuk mengetahui apakah item tersebut telah mengalami kegagalan fungsi.

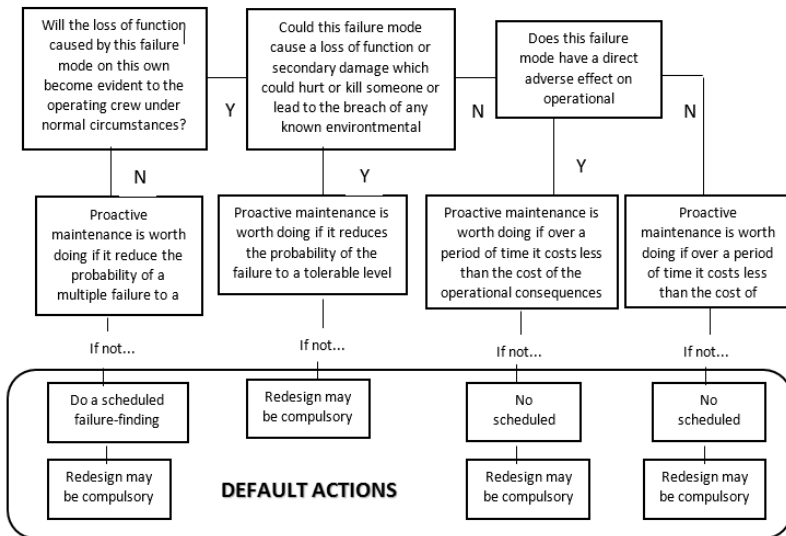
b. *Re-design*

*Re-design* merupakan kegiatan membuat suatu perubahan (modifikasi terhadap perangkat keras dan juga perubahan

prosedur) untuk mengembalikan kondisi suatu alat kembali seperti semula.

c. *Run to Failure*

*Run to failure* merupakan kegiatan membiarkan suatu alat beroperasi sampai terjadi kegagalan. Hal ini dilakukan karena berdasarkan pertimbangan finansial tindakan pencegahan yang dilakukan dinilai tidak menguntungkan.

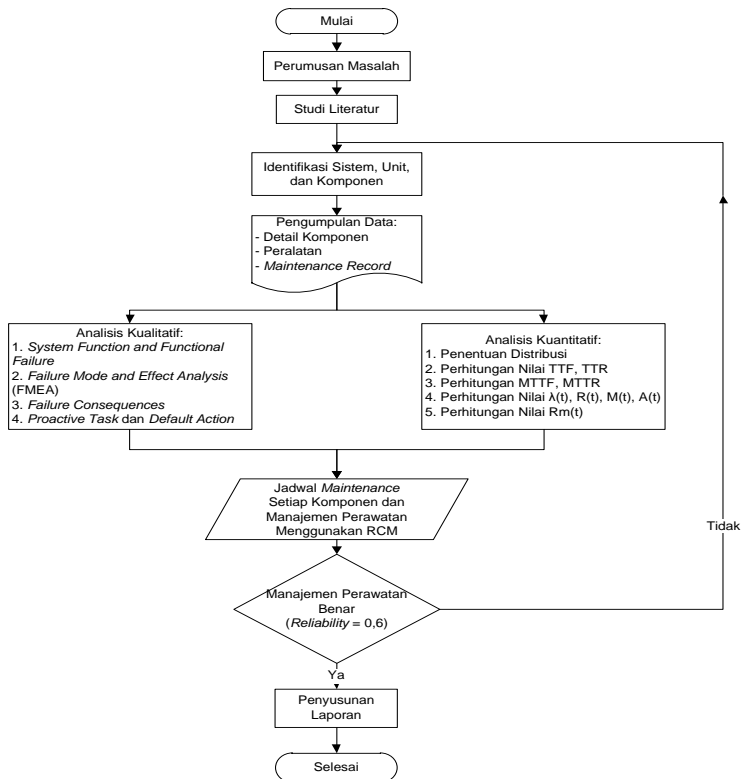


**Gambar 2. 10** *Default actions*

### BAB III

## METODOLOGI PENELITIAN

Pengerjaan tugas akhir ini dilakukan dengan beberapa tahapan yang harus dikerjakan yaitu sesuai diagram alir seperti gambar 3.1 di bawah ini :



**Gambar 3.1** Diagram alir pengerjaan tugas akhir

### 3.1 Perumusan Masalah

Perumusan masalah merupakan tahap awal dalam pengerjaan tugas akhir. Perumusan masalah bertujuan menentukan permasalahan yang akan diangkat dengan topik mengenai implementasi RCM. Pengerjaan tugas akhir juga dimulai meninjau langsung ke Pabrik untuk melihat *plant* secara keseluruhan dengan mencatat berbagai permasalahan, sehingga dapat menentukan *plant* yang akan digunakan sebagai implementasi RCM.

### 3.2 Studi Literatur

Studi literatur merupakan proses pembelajaran tentang berbagai literatur baik dari jurnal, buku, internet, dan wawancara dengan narasumber yang berada di lapangan (industri) yang berfungsinya untuk menunjang dalam identifikasi sistem dan pengumpulan data tugas akhir tentang sistem *absorber* 101E.

### 3.3 Identifikasi Sistem

Proses identifikasi sistem dimaksudkan untuk mengetahui komponen yang menyusun sistem *absorber* 101E serta bagaimana sistem tersebut beroperasi.

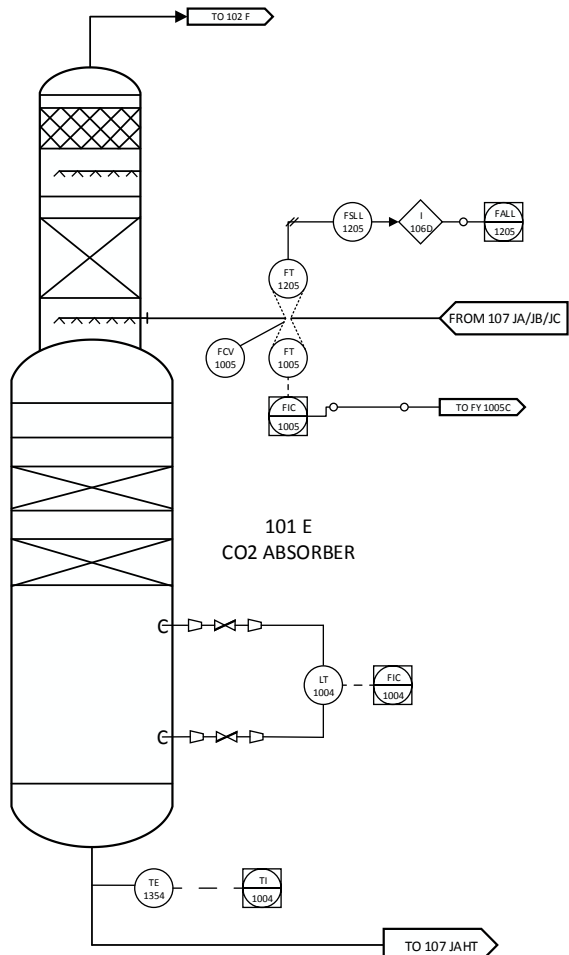
**Tabel 3. 1** Identifikasi komponen sistem

No	Tag Number	Nama Komponen
1	101 E	<i>Absorber</i>
2	107 JA/JB/JC	<i>Pump</i>
3	107 JAHT	<i>Hydraulic Turbine</i>
4	132F	<i>Semi-lean Solution Flash Tank</i>
5	133F	<i>CO2 Stripper Feed Flash Drum</i>

#### a. Absorber 101E

Absorber 101E berfungsi sebagai pemisahan gas sintesis dari CO<sub>2</sub> (menghianghan CO<sub>2</sub>) oleh larutan *benfield* sebagai pelarut. Prinsip kerjanya adalah suatu campuran gas diumpankan dari bawah (*bottom*) tower *absorber*, untuk dikontakkan dengan zat cair dari atas (*top*) absorber. Komponen gas yang mempunyai kelarutan terbesar pada cairan tersebut akan larut bersama larutan

benfield dan menjadi *bottom* produk, sedangkan komponen gas lainnya yang tidak terlarut dalam larutan *benfield* akan ke atas sebagai *top* produk.



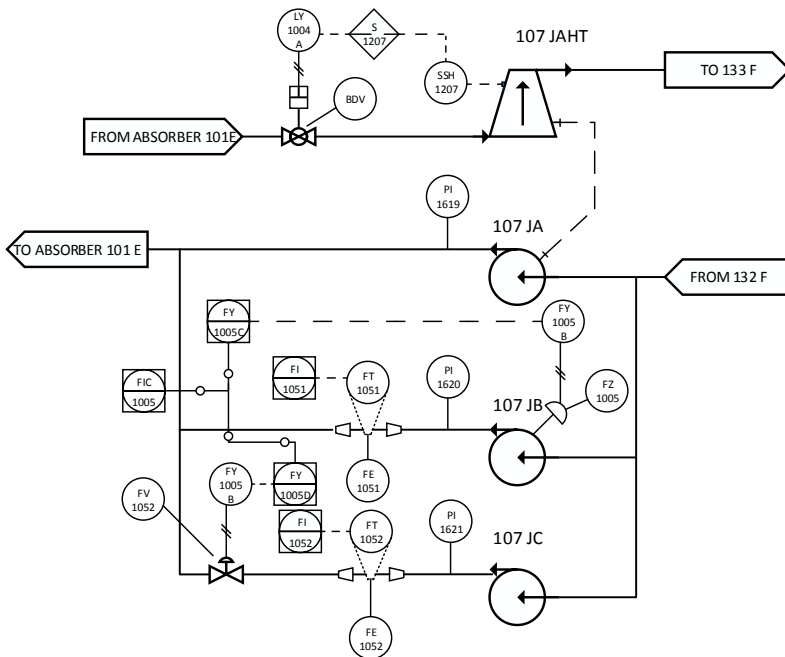
**Gambar 3. 2** P&ID absorber 101E

**b. Pompa *semi-lean solution* 107 JA/JB/JC**

Pompa *semi-lean solution* berfungsi untuk memompa *semi-lean solution* dari *semi-lean solution flash tank* (132F) menuju *middle absorber* 101E. Pompa *semi-lean solution* ada 3, yaitu JA, JB dan JC. JA digerakkan oleh hidraulik turbin 107 JAHT, sedangkan JB digerakkan oleh *steam turbine* dan JC digerakkan oleh motor.

**c. Hidraulik turbin 107 JAHT**

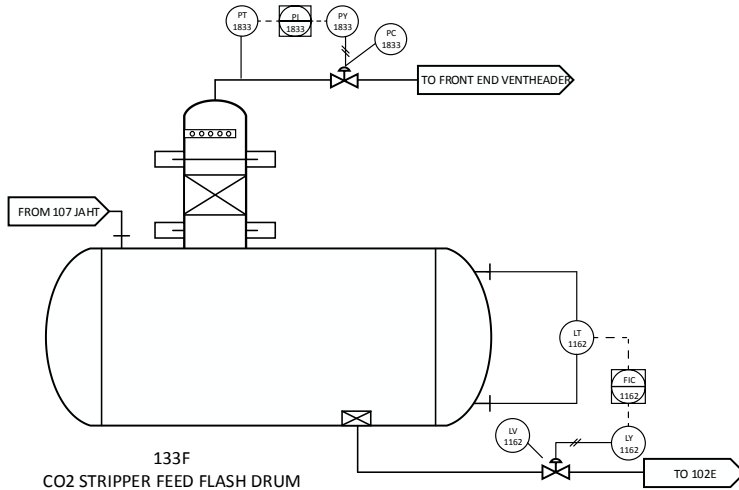
*Hydraulic turbine* 107 JAHT digunakan untuk penggerak pompa *semi-lean solution* JA. Larutan yang keluar dari *bottom Absorber* 101 E bertemperatur 116 °C dan dilewatkan ke *hydraulic turbine* 107-JAHT.



**Gambar 3. 3** P&ID hidraulik turbin dan *semi-lean solution pump*







**Gambar 3. 5** P&ID *CO<sub>2</sub> stripper feed flash drum 133F*

### 3.4 Pengumpulan Data

Pengumpulan data pada penelitian tugas akhir merujuk pada data *maintenance record* atau data *history* dari semua sistem dan komponen penyusun yang ada pada *absorber 101E* yang berjalan selama kurang lebih 7 tahun operasi serta wawancara terhadap narasumber yang terlibat pada proses *CO<sub>2</sub> removal* khususnya pada sistem *absorber 101E*

### 3.5 Pengolahan Data

Data yang didapatkan dari PT. Petrokimia Gresik kemudian diolah dengan menggunakan dua metode. Metode pertama yaitu kuantitatif dan kedua metode kualitatif. Berikut merupakan penjelasan mengenai kedua metode tersebut :

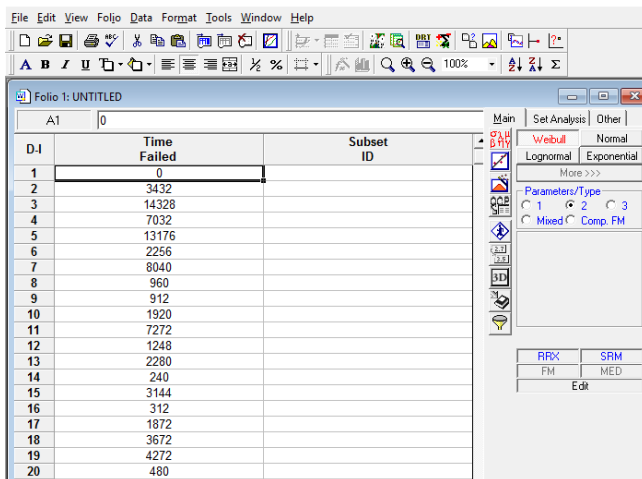
#### 3.5.1 Analisa Kuantitatif

Pada tahap analisa kualitatif ini dilakukan penentuan distribusi, perhitungan nilai TTF (*Time To Failure*), TTR (*Time To Repair*), MTTF (*Mean Time To Failure*), MTTR (*Mean Time To*

*Repair*), *Failure Rate* ( $\lambda$ ), *Reliability Function*  $R(t)$ , *Maintainability* dan *Avaibility*. Hasil dari perhitungan *Reliability*, *Maintainability* dan *Avaibility* digunakan untuk menentukan jadwal perawatan tiap komponen pada sistem *absorber* 101E

**a. Penentuan Distribusi Time to Failure (TTF) dan Distribusi Time to Repair (TTR)**

Penentuan distribusi kegagalan dapat dilakukan dengan menggunakan *software reliasoft weibull++*. *Software* ini dapat menentukan berbagai jenis laju distribusi data baik itu data distribusi normal, distribusi *lognormal*, distribusi *weibull* 1-3 parameter, dan distribusi eksponensial. Distribusi kegagalan komponen digunakan dalam penentuan keandalan masing-masing komponen. Untuk menentukan distribusi TTF maupun TTR digunakan cara yang sama dengan menggunakan *software weibull++*<sup>6</sup>. Adapun tahapan yang harus dilakukan dalam penentuan distribusi kegagalan masing-masing komponen adalah sebagai berikut:



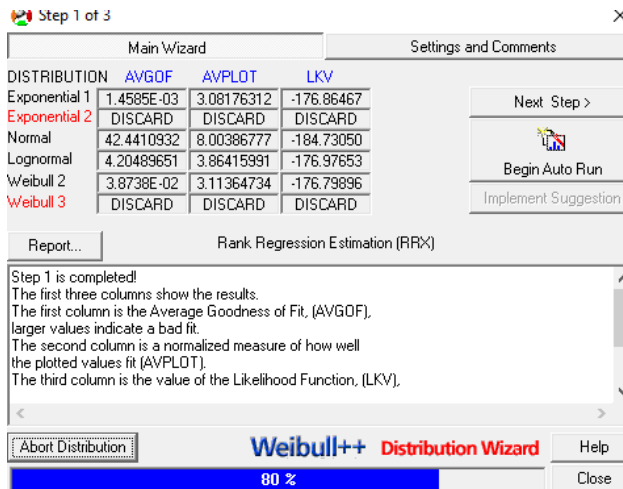
D-I	Time Failed	Subset ID
1	0	
2	3432	
3	14328	
4	7032	
5	13176	
6	2256	
7	8040	
8	960	
9	912	
10	1920	
11	7272	
12	1248	
13	2280	
14	240	
15	3144	
16	312	
17	1872	
18	3672	
19	4272	
20	480	

**Gambar 3.4** Tampilan nilai TTF

1. Penentuan distribusi TTF/TTR yang didapat berdasarkan data *maintenance* masing-masing komponen dimasukkan ke dalam

sheet yang berada pada *software Reliasoft Weibull ++6*. Seperti pada gambar 3.4

2. Penentuan distribusi dapat diketahui dengan menggunakan fitur *distribution wizard* pada *software Reliasoft Weibull ++6*. dengan mengetahui parameter uji *average of fit* (AVGOF) dan *likelihood function* (LKV).



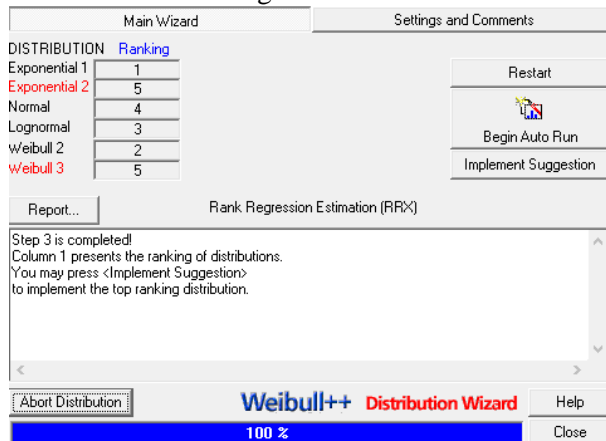
**Gambar 3.5** Nilai AVGOF dan LCK

Hasil di atas yaitu semakin kecil nilai (AVGOF) maka menunjukkan hasil parameter uji sesuai. Parameter uji *average goodness of plot fit* (AVPLOT) yang menunjukkan ukuran yang digunakan untuk mengplot nilai hasil uji distribusi. Pada parameter uji *likelihood function* (LKV), nilai terkecil merupakan nilai terbaik untuk hasil uji distribusi.

3. Penentuan Peringkat Distribusi

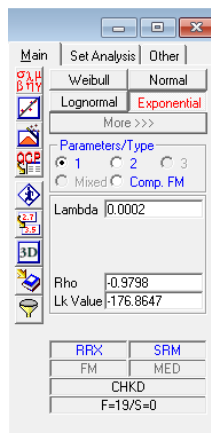
Nilai distribusi yang telah diolah dalam *software Reliasoft Weibull ++6* setelah mengetahui nilai AVGOF dan LKV.

Semakin besar nilai peringkat yang diperoleh, maka semakin baik distribusi tersebut digunakan.



**Gambar 3.6** Tampilan peringkat distribusi pada *software reliasoft weibull ++6*

## 1. Penentuan Parameter Distribusi



**Gambar 3.7** Tampilan parameter distribusi pada *software reliasoft weibull ++6*

Gunakan distribusi dengan peringkat tertinggi, kemudian pilih sesuai peringkat distribusi yang telah didapatkan pada *set analysis*. Setelah itu pilih *calculate* pada menu sehingga diketahui nilai parameter persebaran datanya seperti pada gambar 3.7

**b. Penentuan *Time to Failure* (TTF) dan *Time to Repair* (TTR)**

Penentuan nilai *Time to Failure* (TTF) dan *Time to Repair* (TTR) diperoleh dari data *maintenance* sistem *absorber 101E* mulai tahun 2009 sampai tahun 2016 dari komponen-komponen penyusun dan *loop* pengendalian untuk diambil datanya berdasarkan identifikasi variabel yang telah ditentukan. TTF diperoleh berdasarkan rentang waktu antar kerusakan komponen terjadi. Sedangkan TTR ditentukan berdasarkan rentang waktu antar komponen rusak sampai komponen tersebut diperbaiki. Perhitungan menggunakan distribusi yang telah ditentukan dengan menggunakan *software weibull ++6*

**c. Penentuan Mean *Time to Failure* (MTTF) dan Mean *Time to Repair* (MTTR)**

Setelah menentukan nilai TTF dan TTR, maka selanjutnya menghitung nilai MTTF dan MTTR dengan menjumlahkan nilai TTF atau TTR dibagi dengan banyaknya *maintenance record* yang beroperasi selama selama 7 tahun, yaitu dari tahun 2009 sampai dengan tahun 2016.

**d. Analisa *Reliability R(t)***

Berdasarkan uji parameter yang telah ditentukan oleh *software weibull++version 6*, maka dapat dihitung nilai suatu keandalan (*reliability*) yang ada pada komponen ini dengan menggunakan rumus yang ada. Hasil dari suatu perhitungan tersebut maka dapat dibuat suatu grafik yaitu hubungan antara nilai *reliability* dengan waktu operasional.

**e. Analisa *Maintainability M(t)***

Untuk menentukan nilai *maintaibility* dapat menggunakan persamaan-persamaan yang ada dengan berdasarkan hasil yang didapatkan dari uji parameter dengan menggunakan *software reliaSoft weibull++ version 6*.

**f. Analisa *Availability A(t)***

Untuk menentukan nilai *availability* dapat menggunakan persamaan-persamaan yang ada dengan berdasarkan hasil yang didapatkan dari uji parameter dengan menggunakan *software reliaSoft weibull++ version 6*.

**g. Analisa *Preventive Maintenance Reliability* pada Komponen Penyusun Sistem Absorber 101E**

Pada penelitian ini, Analisa *Preventive Maintenance Reliability* merupakan perbandingan nilai kehandalan komponen sebelum dilakukan *preventive maintenance* dengan nilai kehandalan setelah dilakukan *preventive maintenace* dengan acuan nilai keandalan sebesar 60 % atau 0,60 yang menjadi standar dari Perusahaan dalam menentukan *Preventive Maintenance* pada setiap komponen. Hasil dari perbandingan nilai tersebut dapat di plot dalam sebuah grafik hubungan antara nilai kehandalan dengan waktu operasional.

### **3.5.2 Analisa Kualitatif**

Analisa kualitatif berupa identifikasi *system function* dan *function failure, failure mode and effect analysis (FMEA), failure consequence, proactive task*, dan *default action*. Berikut merupakan penjelasan dari analisis kualitatif di atas :

- a. *System function* mendefiniksikan fungsi dari masing-masing komponen yang menyusun *sistem absorber 101E*
- b. *Functional failure*, mendefinisikan mengenai kegagalan komponen penyusun sistem dan saat menjalankan fungsinya.
- c. *Failure mode and effect analysis (FMEA)*, mendefinisikan mengenai bentuk kegagalan yang terjadi serta dampak yang

ditimbulkan saat terjadinya kegagalan. FMEA dapat dituliskan pada tabel 3.2.

**Tabel 3. 2** Deskripsi fungsi komponen, fungsi kegagalan dan FMEA (Moubray, 2000)

<i>System Function</i>	<i>Functional Failure</i>	<i>Failure Mode</i>	<i>Failure Effect</i>
1. To reduce exhaust noise level to ISO noise rating 30 at 50 meters	A Noise level exceeds ISO noise rating 30 at 50 m.	1. Silencer material retaining meshblow ou, corroded away	Most of the material would be to the bottom of stack and obstruct the turbinee outlet, causing high EGT and possible turbinee shutdown. Noise levels would rise gradually. Downtime to repair about 2 weeks.
		2. Duct leaks outside.... Etc turbinee hall	

- d. *Failure Consequence*, mendefinisikan konsekuensi kegagalan dalam empat tipe kategori yaitu *hidden failure consequence*, *safety and environment failure consequence*, *operational failure consequence* dan *non operational consequence*. *Failure consequence* dapat dituliskan seperti tabel 3.3.

**Tabel 3. 3** Descission worksheet RCM II (Moubray, 2000)

Information Reference			Consequence Evaluation					W1	W2	W3	Default Action		
								S1	S2	S3			
F	FF	FM	H	S	E	O	O1	O2	O3	Proposed Task			
							N1	N2	N3				
											W4	W5	S4
1	A	1	Y	N	N	N	Y	Schedule on condition task					

- e. *Proactive task and initial interval*, menyusun tindakan yang harus dilakukan sebelum terjadinya kegagalan guna menghindari komponen dari kemungkinan kegagalan, dan dikenal dengan kegiatan *predictive* dan *preventive maintenance*. Kegiatan tindakan proaktif dikategorikan menjadi tiga yaitu *schedule on condition task (predictive maintenance)*, *schedule restoration task* dan *schedule discard task (preventive maintenance)*.



## **BAB IV**

### **ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN**

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai hasil dan pembahasan dari penerapan metode RCM pada sistem *absorber* 101E. Penelitian ini menggunakan dua macam analisa data, yaitu analisa kualitatif dan analisa kuantitatif.

#### **4.1. Analisa Kuantitatif**

Analisa kuantitatif bertujuan untuk mendapatkan nilai keandalan masing-masing keandalan komponen penyusun sistem *absorber* 101E. Analisa kuantitatif dilakukan dengan menggunakan data *maintenance* pada sistem *absorber* 101E. Nilai keandalan, ketersediaan dan keterawatan masing-masing komponen dapat diketahui dengan menghitung TTF (*time to failure*), TTR (*time to repair*). Data tersebut yang nantinya akan diolah dan digunakan untuk evaluasi pada masing-masing komponen. Tujuan dilakukannya evaluasi penentuan keandalan adalah untuk mengetahui komponen kritis dan mendapatkan jadwal *maintenance* yang optimal.

##### **4.1.1. Absorber 101E**

*Absorber* 101E mempunyai beberapa komponen penting sebagai pendukung dalam proses operasi yaitu komponen yang terdiri dari *unit absorber* 101E, *level transmitter*, *flow transmitter* dan *flow control*. Evaluasi keandalan komponen tersebut adalah sebagai berikut :

##### **a. Absorber 101E**

##### **• Penentuan Distribusi**

Distribusi kegagalan didapat berdasarkan waktu kegagalan dari masing-masing komponen dari data *maintenance*. Data tersebut kemudian diolah untuk melakukan evaluasi terhadap masing-masing unit pendukung *absorber* 101E. Distribusi kegagalan didapat berdasarkan data *maintenance* pada *absorber*

101E yaitu mulai tahun 2005 sampai dengan Maret 2015 yang ditunjukkan tabel 4.1.

**Tabel 4.1** Perhitungan TTF dan TTR unit *absorber* 101E

No.	Actual Start	Actual Completion	TTF (Hour)	TTR (Day)
1	12/08/2005	12/08/2005	0	4
2	27/05/2007	27/05/2007	15672	6
3	08/07/2010	08/07/2010	27312	4
4	09/11/2011	09/11/2011	11736	6
5	28/01/2013	28/01/2013	10704	4
6	24/05/2013	24/05/2013	2784	2
7	20/03/2015	20/03/2015	15960	3
8	31/07/2015	31/07/2015	3192	2
Jumlah			87360	31
Rata - rata			10920	4

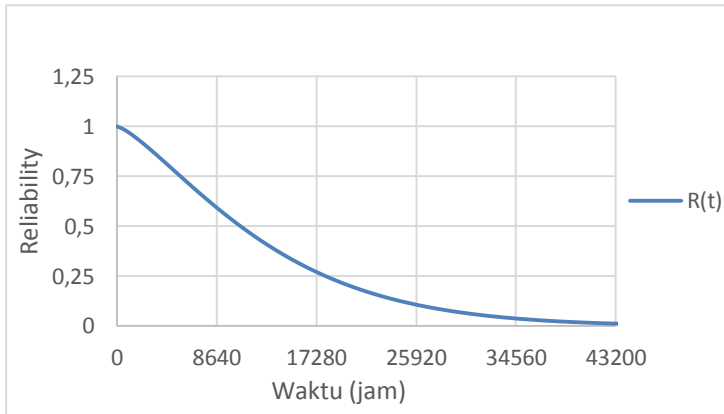
Berdasarkan data waktu kegagalan dan waktu perbaikan dapat dihitung nilai TTF dan TTR yang ditunjukkan pada Tabel 4.1. Nilai TTF dan TTR sebagai parameter untuk menentukan fungsi distribusi dengan bantuan *software Reliasoft Weibull ++6*.

#### • Analisis Keandalan

Berdasarkan data *maintenance record* pada di atas didapatkan jenis distribusi data untuk kegagalan *Time To Failure* (TTF) yang sesuai yaitu distribusi *Weibull II* dengan parameter  $\beta=1,323$  dan  $\eta=14132$ . Parameter tersebut dimasukkan dalam persamaan 2.25 untuk mengetahui keandalan komponen dalam interval waktu (jam).

Dari gambar 4.1 diketahui keandalan *absorber* 101E pada keandalan 0,6 akan mengalami penurunan saat mencapai 9000 jam operasi. Selain untuk menghitung nilai keandalan *absorber* 101E, dari parameter distribusi data TTF didapatkan nilai *availability* dengan interval waktu (jam). Nilai *availability* yang didapatkan

pada interval 9000 jam operasi adalah 0,99 sebagaimana tercantum dalam lampiran.

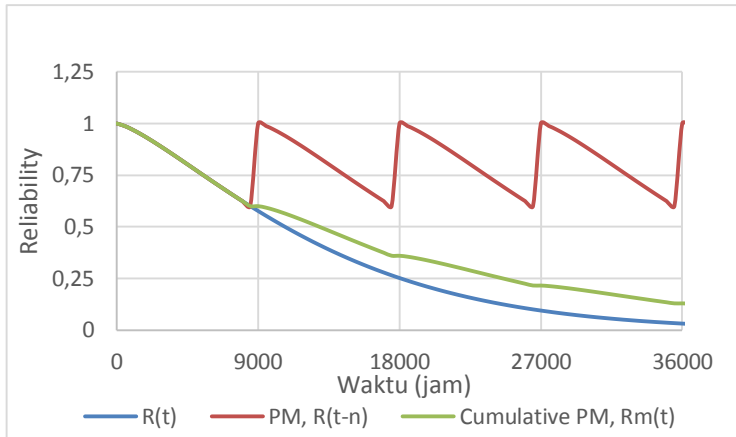


**Gambar 4.1** Keandalan *absorber 101E*

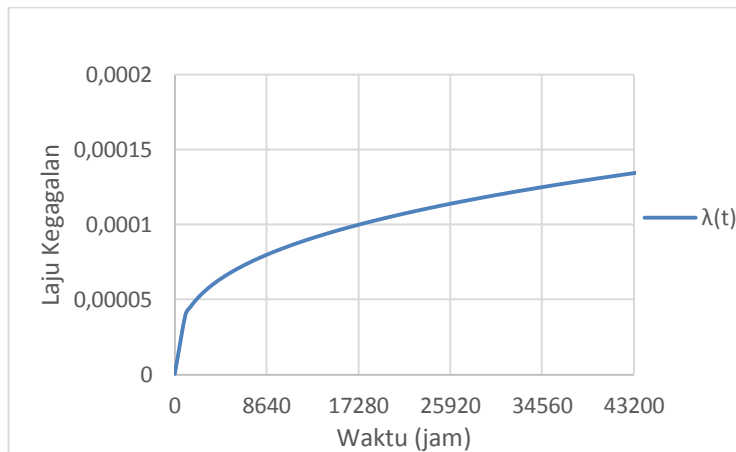
Untuk mencari nilai *maintainability* menggunakan distribusi *Time To Repair* (TTR), dimana distribusi yang sesuai adalah distribusi *Weibull II* dengan parameter  $\beta=2,6925$  dan  $\eta=4,3477$ . Setelah didapat nilai lamda ( $\lambda$ ) maka dimasukkan ke dalam persamaan 2.5 untuk mendapatkan nilai *maintainability absorber 101E* dengan interval waktu (jam), maka didapatkan nilai *maintainability* pada 9000 jam operasi adalah 1. Hasil pengolahan data *availability* dan *maintainability* pada interval waktu (t) dapat dilihat pada lampiran.

- **Analisa Preventive Maintenance**

Berdasarkan nilai keandalan yang telah diketahui, maka akan dilakukan evaluasi tentang *preventive maintenance*. Evaluasi tersebut dilakukan pada saat  $R(t)$  0,6 yang berada pada 9000 jam operasi, didapatkan nilai kehandalan dengan *preventive maintenance* dengan interval waktu (t).



**Gambar 4.2** Keandalan *absorber 101E* dengan PM



**Gambar 4.3** Laju kegagalan *absorber 101E*

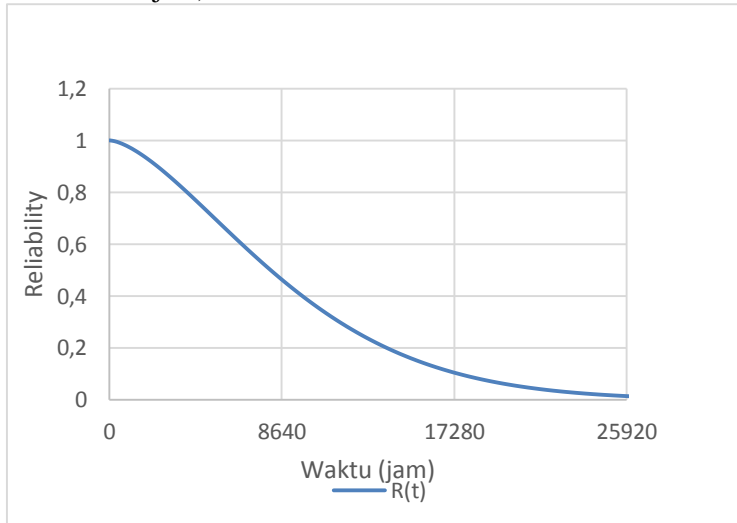
Gambar 4.2 menunjukkan kehandalan setelah dilakukan *preventive maintenance* pada 7000 jam operasi, setelah *preventive maintenance* diterapkan menunjukkan kenaikan nilai kehandalan, laju kegagalan dari *absorber 101E* adalah naik (*increasing failure rate*) seperti ditunjukkan pada gambar 4.3.

Oleh karena itu kegiatan *preventive maintenance* optimal untuk dilakukan pada *absorber* 101E. Sehingga dilakukan jenis perawatan berupa *preventive maintenance* pada 9000 jam operasi.

#### b. Flow Transmitter 1005

##### • Analisis Keandalan

Berdasarkan data *maintenance record* pada Lampiran didapatkan jenis distribusi data untuk kegagalan *Time To Failure* (TTF) yang sesuai yaitu distribusi *weibull* II dengan parameter  $\beta=1,5512$  ;  $\eta=10235$ . Parameter tersebut dimasukkan dalam persamaan 2.25 untuk mengetahui keandalan komponen dalam interval waktu (jam).



**Gambar 4.4** Keandalan *flow transmitter* 1005

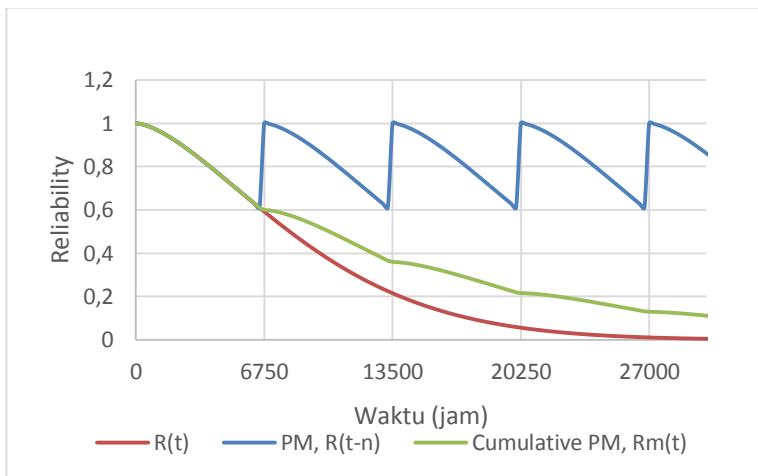
Dari gambar 4.4 diketahui keandalan *flow transmitter* pada keandalan 0,6 akan mengalami penurunan saat mencapai 6750 jam operasi. Selain untuk menghitung nilai keandalan *flow transmitter*, dari parameter distribusi data TTF didapatkan nilai *availability* dengan interval waktu (jam). Nilai *availability* yang

didapatkan pada interval 6750 jam operasi adalah 0,99 sebagaimana tercantum dalam lampiran.

Untuk mencari nilai *maintainability* menggunakan distribusi *Time To Repair* (TTR), dimana distribusi yang sesuai adalah distribusi Eksponensial II dengan parameter  $\lambda=0,5225$  dan  $\gamma=2,3487$ . Setelah didapat nilai lamda ( $\lambda$ ) maka dimasukkan ke dalam persamaan 2.7 untuk mendapatkan nilai *maintainability* dari *flow transmitter* dengan interval waktu (jam), maka didapatkan nilai *maintainability* pada 6750 jam operasi adalah 1. Hasil pengolahan data *availability* dan *maintainability* pada interval waktu (t) dapat dilihat pada lampiran.

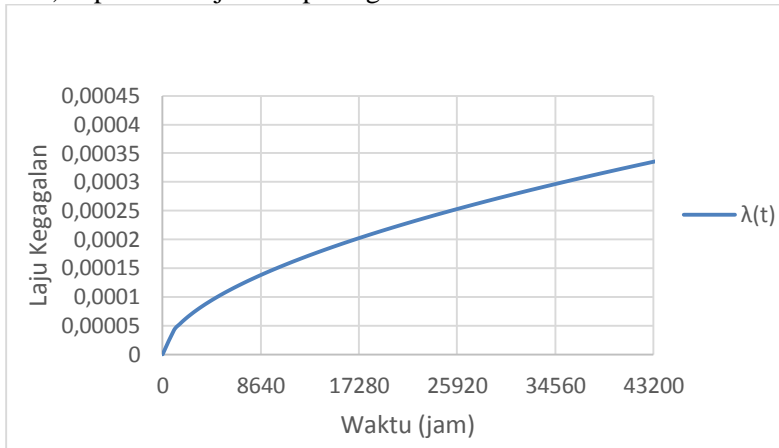
- **Analisa Preventive Maintenance**

Berdasarkan nilai keandalan yang telah diketahui, maka akan dilakukan evaluasi tentang *preventive maintenance*. Evaluasi tersebut dilakukan pada saat  $R(t)$  0,6 yang berada pada 6750 jam operasi, didapatkan nilai kehandalan dengan *preventive maintenance* dengan interval waktu (t), seperti ditunjukkan pada gambar 4.5.



**Gambar 4.5** Keandalan *flow transmitter* 1005 dengan PM

Gambar 4.5 menunjukkan kehandalan setelah dilakukan *preventive maintenance* pada 6750 jam operasi, setelah *preventive maintenance* diterapkan menunjukkan kenaikan nilai kehandalan, laju kegagalan dari *flow transmitter* adalah naik (*increasing failure rate*) seperti ditunjukkan pada gambar 4.6.



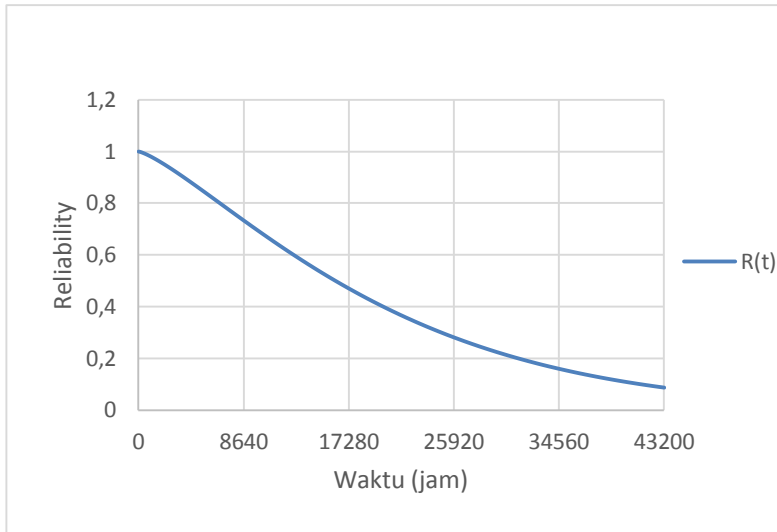
**Gambar 4.6** Laju kegagalan *flow transmitter* 1005

Oleh karena itu kegiatan *preventive maintenance* optimal untuk dilakukan pada *flow transmitter*. Sehingga dilakukan jenis perawatan berupa *preventive maintenance* pada 6750 jam operasi.

### c. *Flow Control Valve* 1005

- **Analisis Keandalan**

Berdasarkan data *maintenance record* pada Lampiran didapatkan jenis distribusi data untuk kegagalan *Time To Failure* (TTF) yang sesuai yaitu distribusi weibull II dengan parameter  $\beta=1,2831$  ;  $\eta=21540$ . Parameter tersebut dimasukkan dalam persamaan 2.25 untuk mengetahui keandalan komponen dalam interval waktu (jam). Hasil perhitungan ditunjukkan pada gambar 4.7.



**Gambar 4. 7** Keandalan *flow control valve* 1005

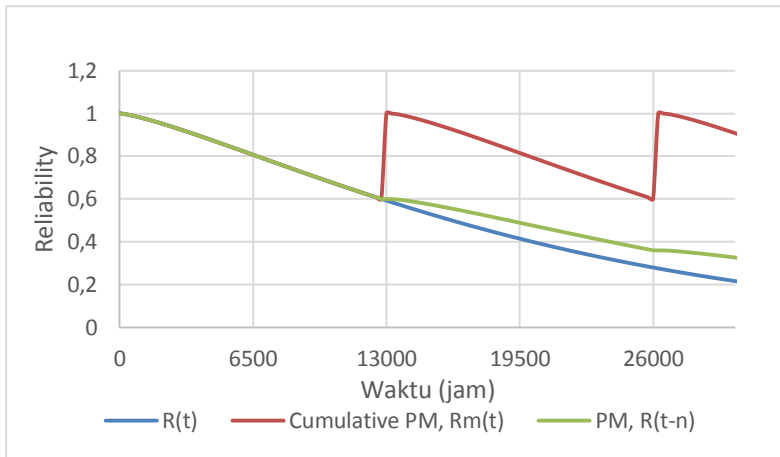
Dari gambar 4.7 diketahui keandalan *flow control valve* pada keandalan 0,6 akan mengalami penurunan saat mencapai 13000 jam operasi. Selain untuk menghitung nilai keandalan *flow control valve*, dari parameter distribusi data TTF didapatkan nilai *availability* dengan interval waktu (jam). Nilai *availability* yang didapatkan pada interval 13000 jam operasi adalah 0,99 sebagaimana tercantum dalam lampiran.

Untuk mencari nilai *maintainability* menggunakan distribusi *Time To Repair* (TTR), dimana distribusi yang sesuai adalah distribusi Lognormal dengan parameter  $\mu=1,4256$  dan  $\sigma=0,3304$ . Setelah didapat nilai lamda ( $\lambda$ ) maka dimasukkan ke dalam persamaan 2.4 untuk mendapatkan nilai *maintainability* dari *flow control* dengan interval waktu (jam), maka didapatkan nilai *maintainability* pada 13000 jam operasi adalah 1. Hasil pengolahan data *availability* dan *maintainability* pada interval waktu (t) dapat dilihat pada lampiran.



- **Analisa Preventive Maintenance**

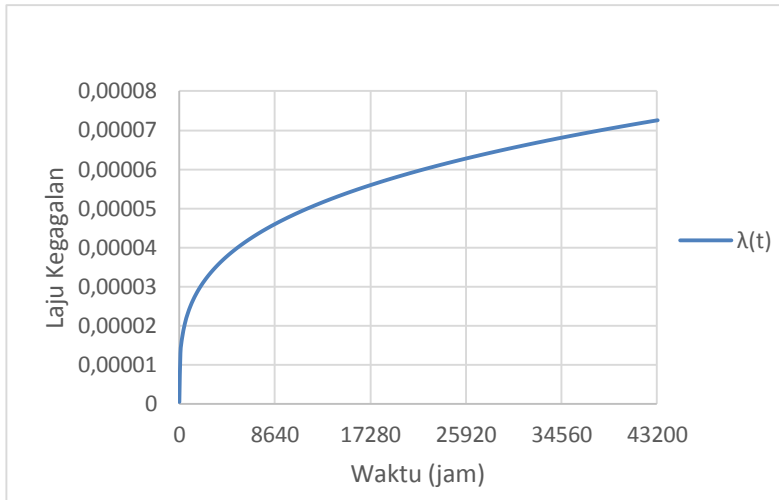
Berdasarkan nilai keandalan yang telah diketahui, maka akan dilakukan evaluasi tentang *preventive maintenance*. Evaluasi tersebut dilakukan pada saat  $R(t)$  0,6 yang berada pada 13000 jam operasi, didapatkan nilai kehandalan dengan *preventive maintenance* dengan interval waktu ( $t$ ), seperti ditunjukkan pada gambar 4.8.



**Gambar 4. 8** Keandalan *flow control valve* 1005 dengan PM

Gambar 4.8 menunjukkan kehandalan setelah dilakukan *preventive maintenance* pada 13000 jam operasi, setelah *preventive maintenance* diterapkan menunjukkan kenaikan nilai kehandalan, laju kegagalan dari *flow control valve* adalah naik (*increasing failure rate*) seperti ditunjukkan pada gambar 4.9.

Oleh karena itu kegiatan *preventive maintenance* optimal untuk dilakukan pada *flow control valve*. Sehingga dilakukan jenis perawatan berupa *preventive maintenance* pada 13000 jam operasi.



**Gambar 4. 9** Laju kegagalan *flow control valve* 1005

#### d. *Level Transmitter* 1004

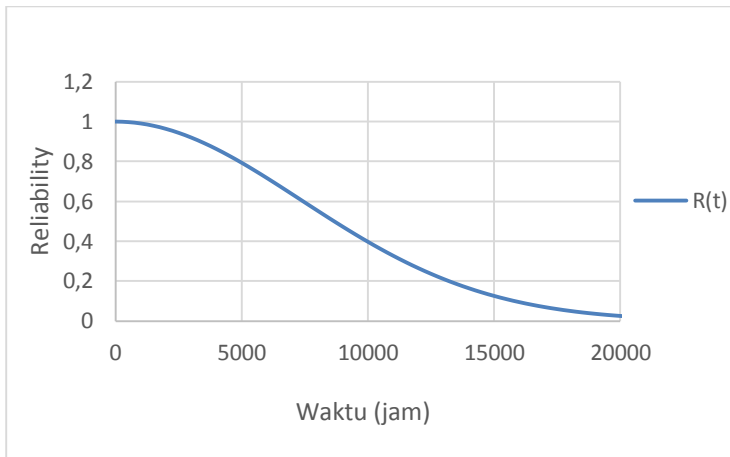
##### • Analisis Keandalan

Berdasarkan data *maintenance record* pada Lampiran didapatkan jenis distribusi data untuk kegagalan *Time To Failure* (TTF) yang sesuai yaitu distribusi weibull II dengan parameter  $\beta=1,2831$  ;  $\eta=21540$ . Parameter tersebut dimasukkan dalam persamaan 2.25 untuk mengetahui keandalan komponen dalam interval waktu (jam). Hasil perhitungan ditunjukkan pada gambar 4.10.

Dari gambar 4.10 diketahui keandalan *level transmitter* pada keandalan 0,6 akan mengalami penurunan saat mencapai 7500 jam operasi. Selain untuk menghitung nilai keandalan *level transmitter*, dari parameter distribusi data TTF didapatkan nilai *availability* dengan interval waktu (jam). Nilai *availability* yang didapatkan pada interval 7500 jam operasi adalah 0,99 sebagaimana tercantum dalam lampiran.

Untuk mencari nilai *maintainability* menggunakan distribusi *Time To Repair* (TTR), dimana distribusi yang sesuai adalah distribusi Lognormal dengan parameter  $\mu=1,4256$  dan  $\sigma=0,3304$ .

Setelah didapat nilai  $\lambda$  maka dimasukkan ke dalam persamaan 2.4 untuk mendapatkan nilai *maintainability* dari *level transmitter* dengan interval waktu (jam), maka didapatkan nilai *maintainability* pada 7500 jam operasi adalah 1. Hasil pengolahan data *availability* dan *maintainability* pada interval waktu (t) dapat dilihat pada lampiran.

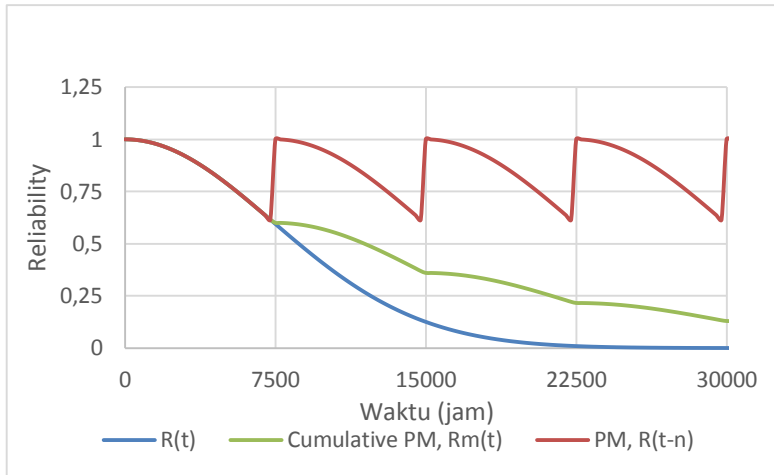


**Gambar 4. 10** Keandalan *level transmitter* 1004

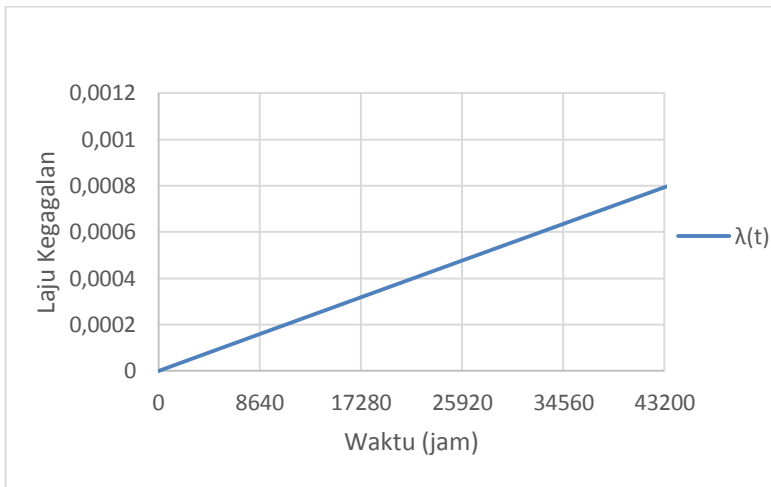
- **Analisa *Preventive Maintenance***

Berdasarkan nilai keandalan yang telah diketahui, maka akan dilakukan evaluasi tentang *preventive maintenance*. Evaluasi tersebut dilakukan pada saat  $R(t)$  0,6 yang berada pada 7500 jam operasi, didapatkan nilai kehandalan dengan *preventive maintenance* dengan interval waktu (t), seperti ditunjukkan pada gambar 4.11.

Gambar 4.11 menunjukkan kehandalan setelah dilakukan *preventive maintenance* pada 7500 jam operasi, setelah *preventive maintenance* diterapkan menunjukkan kenaikan nilai kehandalan, laju kegagalan dari *level transmitter* adalah naik (*increasing failure rate*) seperti ditunjukkan pada gambar 4.12



**Gambar 4. 11** Keandalan *level transmitter* 1004 dengan PM



**Gambar 4. 12** Laju kegagalan *level transmitter* 1004

Oleh karena itu kegiatan *preventive maintenance* optimal untuk dilakukan pada *level transmitter*. Sehingga dilakukan jenis perawatan berupa *preventive maintenance* pada 7500 jam operasi.

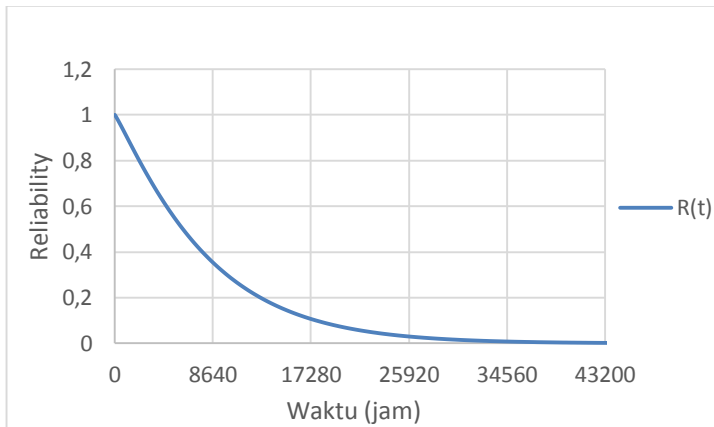
#### 4.1.2. *Hydraulic turbine 107 JAHT*

*Hydraulic turbine 107 JAHT* mempunyai beberapa komponen penting sebagai pendukung dalam proses operasi yaitu terdiri dari *Unit hydraulic turbine 107 JAHT* dan *balldown valve Valve*. Evaluasi keandalan komponen tersebut adalah sebagai berikut :

##### a. *Hydraulic turbne 107 JAHT*

- **Analisis Keandalan**

Berdasarkan data *maintenance record* pada Lampiran. didapatkan jenis distribusi data untuk kegagalan *Time To Failure* (TTF) yang sesuai yaitu distribusi weibull II dengan parameter  $\beta=1,1074$  ;  $\eta= 8357,2331$ . Parameter tersebut dimasukkan dalam persamaan 2.25 untuk mengetahui keandalan komponen dalam interval waktu (jam). Hasil perhitungan ditunjukkan pada gambar 4.13



**Gambar 4. 13** Keandalan *hydaraulic turbine 107 JAHT*

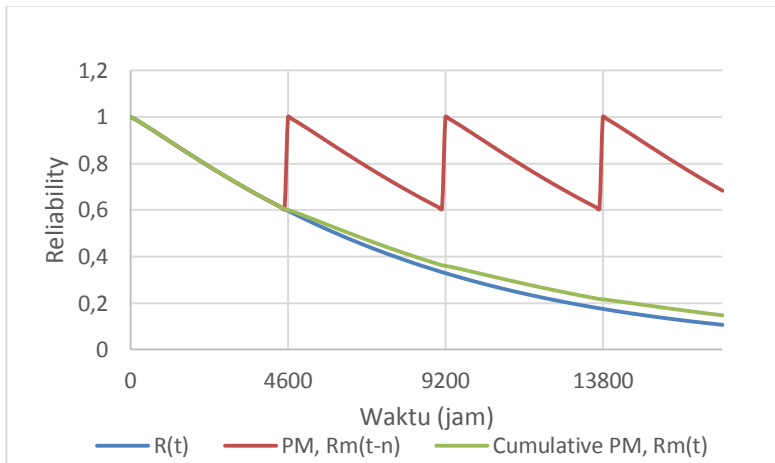
Dari gambar 4.13 diketahui keandalan *Hydaraulic turbine 107 JAHT* pada keandalan 0,6 akan mengalami penurunan saat mencapai 4600 jam operasi. Selain untuk menghitung nilai keandalan *Hydaraulic turbine 107 JAHT*, dari parameter distribusi data TTF didapatkan nilai *availability* dengan interval waktu (jam).

Nilai *availability* yang didapatkan pada interval 4600 jam operasi adalah 0,99 sebagaimana tercantum dalam lampiran

Untuk mencari nilai *maintainability* menggunakan distribusi *Time To Repair* (TTR), dimana distribusi yang sesuai adalah distribusi Weibull III dengan parameter  $\beta = 0,8168$ ,  $\eta = 4,2825$ , dan  $\gamma = 1,87$ . Setelah didapat nilai lamda ( $\lambda$ ) maka dimasukkan ke dalam persamaan 2.6 untuk mendapatkan nilai *maintainability* dari *Hydraulic turbine 107 JAHT* dengan interval waktu (jam), maka didapatkan nilai *maintainability* pada 4600 jam operasi adalah 1. Hasil pengolahan data *availability* dan *maintainability* pada interval waktu (t) dapat dilihat pada lampiran

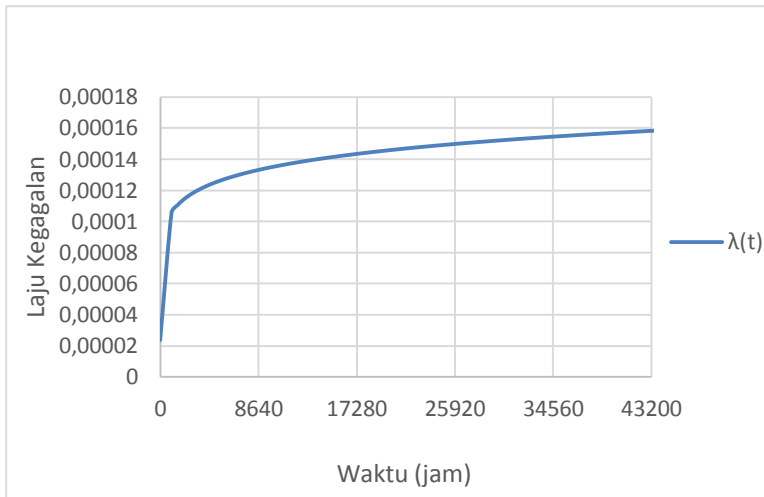
- **Analisa Preventive Maintenance**

Berdasarkan nilai keandalan yang telah diketahui, maka akan dilakukan evaluasi tentang *preventive maintenance*. Evaluasi tersebut dilakukan pada saat  $R(t)$  0,6 yang berada pada 4600 jam operasi, didapatkan nilai kehandalan dengan *preventive maintenance* dengan interval waktu (t), seperti ditunjukkan pada gambar 4.14.



**Gambar 4. 14** Keandalan *hydraulic turbine 107 JAHT* dengan PM

Gambar 4.14 menunjukkan kehandalan setelah dilakukan *preventive maintenance* pada 4600 jam operasi, setelah *preventive maintenance* diterapkan menunjukkan kenaikan nilai kehandalan antara sebelum dan sesudah dilakukan *preventive maintenance*, laju kegagalan, dari *hydraulic turbine 107 JAHT* adalah naik (*increasing failure rate*) seperti ditunjukkan pada gambar 4.15



**Gambar 4. 15** Laju kegagalan 107 JAHT

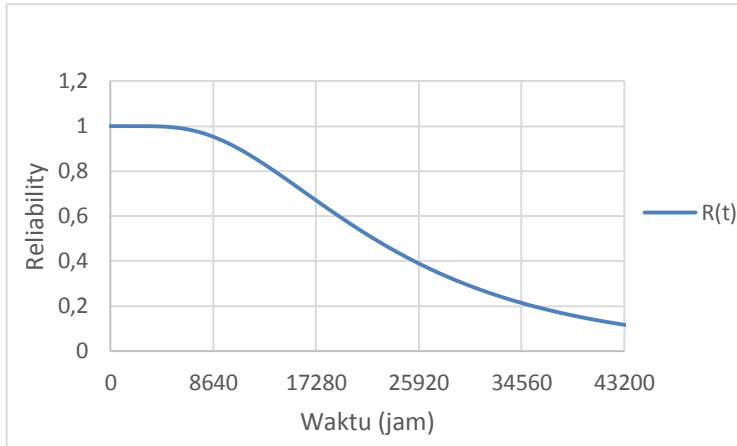
Oleh karena itu kegiatan *preventive maintenance* optimal untuk dilakukan pada *hydraulic turbine 107 JAHT*. Sehingga dilakukan jenis perawatan berupa *preventive maintenance* pada 4600 jam operasi.

#### **b. Blowdown Valve**

- **Analisis Keandalan**

Berdasarkan data *maintenance record* pada Lampiran didapatkan jenis distribusi data untuk kegagalan *Time To Failure* (TTF) yang sesuai yaitu distribusi Lognormal dengan parameter  $\mu=10,0057$  dan  $\sigma=0,563$ . Parameter tersebut

dimasukkan dalam persamaan 2.20 untuk mengetahui keandalan komponen dalam interval waktu (jam). Hasil perhitungan ditunjukkan pada gambar 4.16



**Gambar 4. 16** Keandalan *blowdown valve*

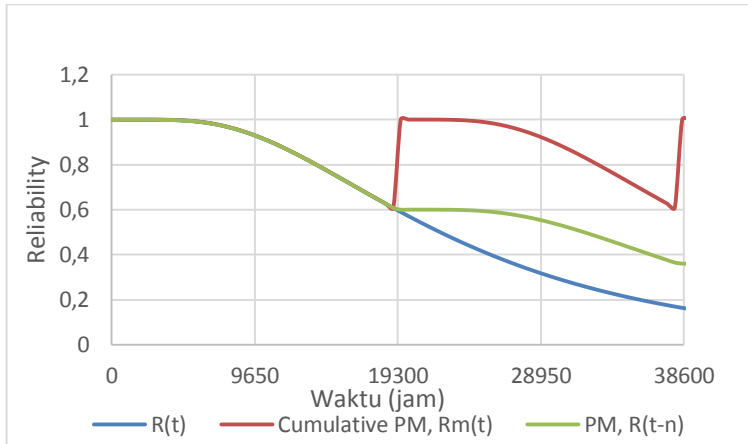
Dari gambar 4.16 diketahui keandalan *Blowdown Valve* pada keandalan 0,6 akan mengalami penurunan saat mencapai 19300 jam operasi. Selain untuk menghitung nilai *blowdown valve*, dari parameter distribusi data TTF didapatkan nilai *availability* dengan interval waktu (jam). Nilai *availability* yang didapatkan pada interval 19300 jam operasi adalah 0,99 sebagaimana tercantum dalam lampiran.

Untuk mencari nilai *maintainability* menggunakan distribusi *Time To Repair* (TTR), dimana distribusi yang sesuai adalah distribusi Weibull II dengan parameter  $\beta = 3,3464$  dan  $\eta = 8,0736$ . Setelah didapat nilai lamda ( $\lambda$ ) maka dimasukkan ke dalam persamaan 2.5 untuk mendapatkan nilai *maintainability* dari *Blowdown Valve* dengan interval waktu (jam), maka didapatkan nilai *maintainability* pada 19300 jam operasi adalah 1. Hasil pengolahan data *availability* dan *maintainability* pada interval waktu (t) dapat dilihat pada lampiran.

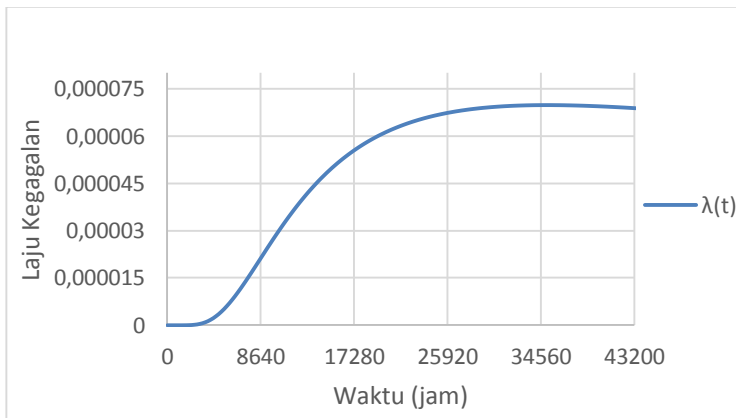


- **Analisa Preventive Maintenance**

Berdasarkan nilai keandalan yang telah diketahui, maka akan dilakukan evaluasi tentang *preventive maintenance*. Evaluasi tersebut dilakukan pada saat  $R(t)$  0,6 yang berada pada 19300 jam operasi, didapatkan nilai keandalan dengan *preventive maintenance* dengan interval waktu ( $t$ )



**Gambar 4.17** Keandalan *blowdown valve* dengan PM



**Gambar 4.18** Laju kegagalan BDV

Gambar 4.17 menunjukkan kehandalan setelah dilakukan *preventive maintenance* pada 19300 jam operasi, setelah *preventive maintenance* diterapkan menunjukkan kenaikan nilai kehandalan antara sebelum dan sesudah dilakukan *preventive maintenance*, laju kegagalan dari *Blowdown Valve* adalah naik (*increasing failure rate*) seperti ditunjukkan pada gambar 4.18

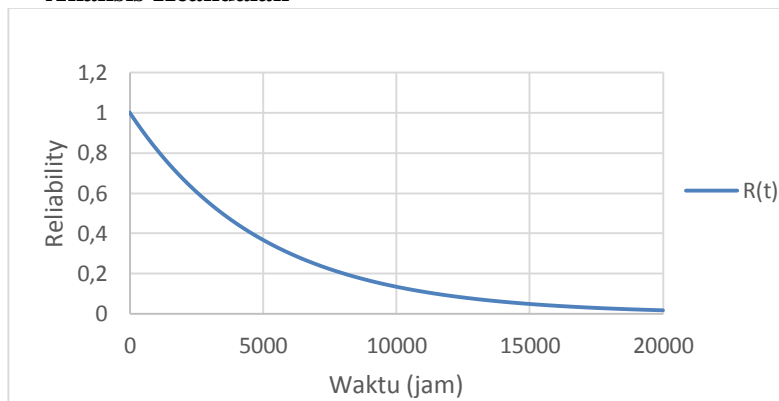
Oleh karena itu kegiatan *preventive maintenance* optimal untuk dilakukan pada *Blowdown Valve*. Sehingga dilakukan jenis perawatan berupa *preventive maintenance* pada 19300 jam operasi.

#### 4.1.3. Pompa 107 JA, JB dan JC

Pompa 107 JA, JB dan JC mempunyai beberapa komponen penting sebagai pendukung dalam proses operasi yaitu terdiri dari *Unit pompa 107 JA, 107 JA, 107 JC, Pressure Indicator* dan *Flow Valve*. Evaluasi keandalan komponen tersebut adalah sebagai berikut :

##### a. Pompa 107 JA

##### • Analisis Keandalan



**Gambar 4. 19** Keandalan pompa 107 JA

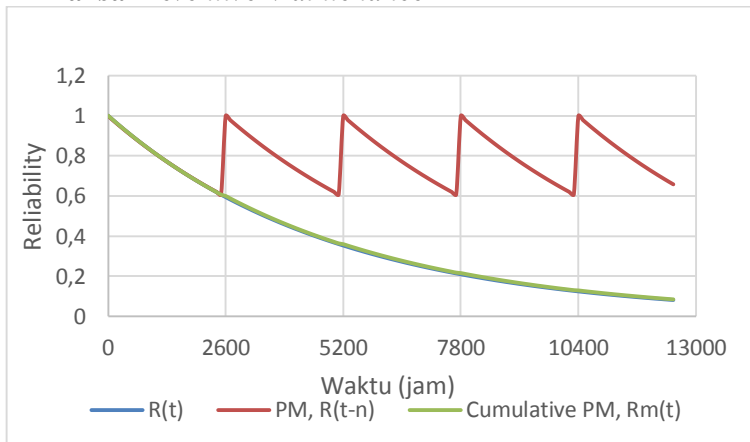
Berdasarkan data *maintenance record* pada Lampiran didapatkan jenis distribusi data untuk kegagalan *Time To Failure*

(TTF) yang sesuai yaitu distribusi Eksponensial I dengan parameter  $\lambda=0,0002$ . Parameter tersebut dimasukkan dalam persamaan 2.32 untuk mengetahui keandalan komponen dalam interval waktu (jam).

Dari gambar 4.19 diketahui keandalan pompa 107 JA pada keandalan 0,6 akan mengalami penurunan saat mencapai 2600 jam operasi. Selain untuk menghitung nilai pompa 107 JA dari parameter distribusi data TTF didapatkan nilai *availability* dengan interval waktu (jam). Nilai *availability* yang didapatkan pada interval 2600 jam operasi adalah 0,99 sebagaimana tercantum dalam lampiran.

Untuk mencari nilai *maintainability* menggunakan distribusi *Time To Repair* (TTR), dimana distribusi yang sesuai adalah distribusi Lognormal dengan parameter  $\mu= 1,5078$  dan  $\sigma= 0,5129$ . Setelah didapat nilai lamda ( $\lambda$ ) maka dimasukkan ke dalam persamaan 2.4 untuk mendapatkan nilai *maintainability* dari pompa 107 JA dengan interval waktu (jam), maka didapatkan nilai *maintainability* pada 2600 jam operasi adalah 1. Hasil pengolahan data *availability* dan *maintainability* pada interval waktu (t) dapat dilihat pada lampiran.

#### • Analisa Preventive Maintenance

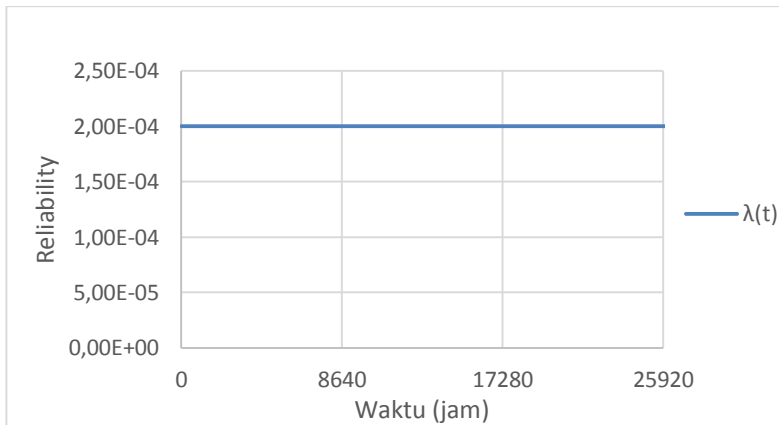


**Gambar 4. 20** Keandalan pompa 107 JA dengan PM

Berdasarkan nilai keandalan yang telah diketahui, maka akan dilakukan evaluasi tentang *preventive maintenance*. Evaluasi tersebut dilakukan pada saat  $R(t)$  0,6 yang berada pada 2600 jam operasi, didapatkan nilai keandalan dengan *preventive maintenance* dengan interval waktu ( $t$ ).

Gambar 4.20 menunjukkan kehandalan setelah dilakukan *preventive maintenance* pada 2600 jam operasi, setelah *preventive maintenance* diterapkan menunjukkan kesamaan nilai kehandalan antara sebelum dan sesudah dilakukan *preventive maintenance* dari pompa 107 JA adalah konstan (*constant failure rate*) seperti ditunjukkan pada gambar 4.21.

Oleh karena itu kegiatan *preventive maintenance* beum optimal untuk dilakukan pada pompa 107 JA.



**Gambar 4. 21** Laju kegagalan pompa 107 JA

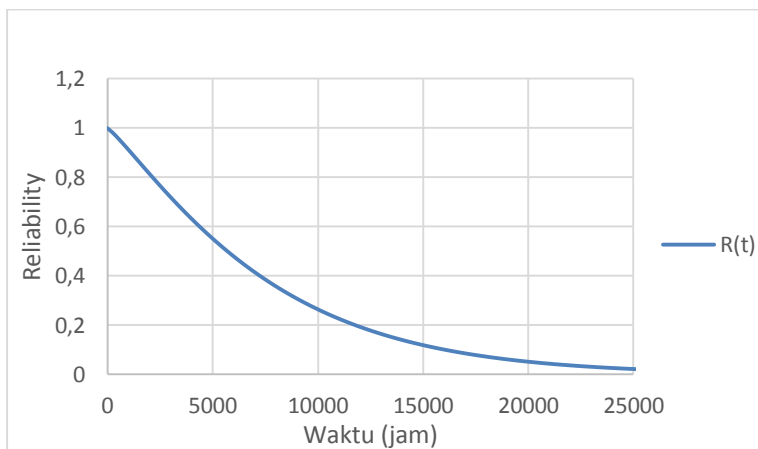
#### **b. Pompa 107 JB**

##### **• Analisis Keandalan**

Berdasarkan data *maintenance record* pada Lampiran didapatkan jenis distribusi data untuk kegagalan *Time To Failure* (TTF) yang sesuai yaitu distribusi weibull II dengan parameter  $\beta=1,1637$  ;  $\eta= 7806,7458$ . Parameter tersebut dimasukkan dalam

persamaan 2.25 untuk mengetahui keandalan komponen dalam interval waktu (jam).

Dari gambar 4.22 diketahui keandalan pompa 107 JB pada keandalan 0,6 akan mengalami penurunan saat mencapai 4500 jam operasi. Selain untuk menghitung nilai pompa 107 JB dari parameter distribusi data TTF didapatkan nilai *availability* dengan interval waktu (jam). Nilai *availability* yang didapatkan pada interval 4500 jam operasi adalah 0,99 sebagaimana tercantum dalam lampiran.

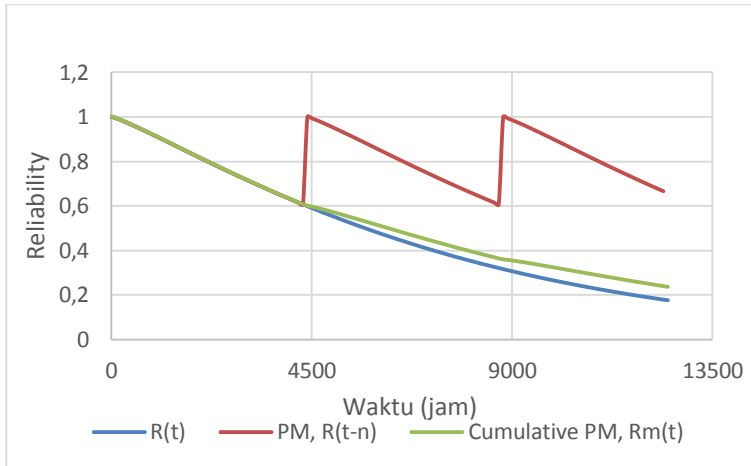


**Gambar 4. 22** Keandalan pompa 107 JB

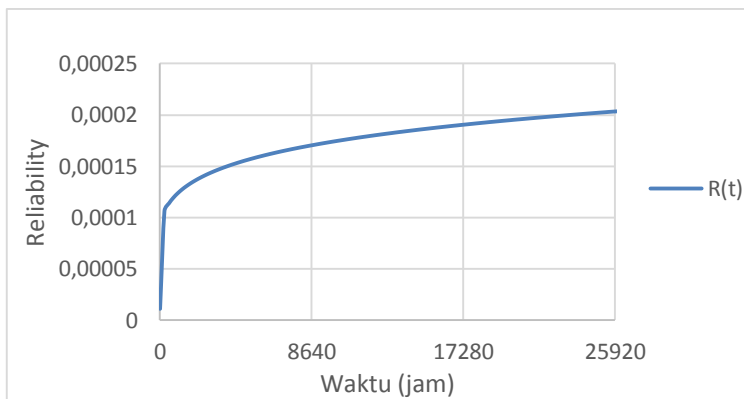
Untuk mencari nilai *maintainability* menggunakan distribusi *Time To Repair* (TTR), dimana distribusi yang sesuai adalah distribusi Weibull III dengan parameter  $\beta = 0,8565$ ,  $\eta = 5,0105$ , dan  $\gamma = 1,735$ . Setelah didapat nilai lamda ( $\lambda$ ) maka dimasukkan ke dalam persamaan 2.6 untuk mendapatkan nilai *maintainability* dari pompa 107 JB dengan interval waktu (jam), maka didapatkan nilai *maintainability* pada 4500 jam operasi adalah 1. Hasil pengolahan data *availability* dan *maintainability* pada interval waktu (t) dapat dilihat pada lampiran.

- **Analisa Preventive Maintenance**

Berdasarkan nilai keandalan yang telah diketahui, maka akan dilakukan evaluasi tentang *preventive maintenance*. Evaluasi tersebut dilakukan pada saat  $R(t)$  0,6 yang berada pada 4500 jam operasi, didapatkan nilai keandalan dengan *preventive maintenance* dengan interval waktu ( $t$ ).



**Gambar 4. 23** Keandalan pompa 107 JB dengan PM



**Gambar 4. 24** Laju kegagalan pompa 107 JB

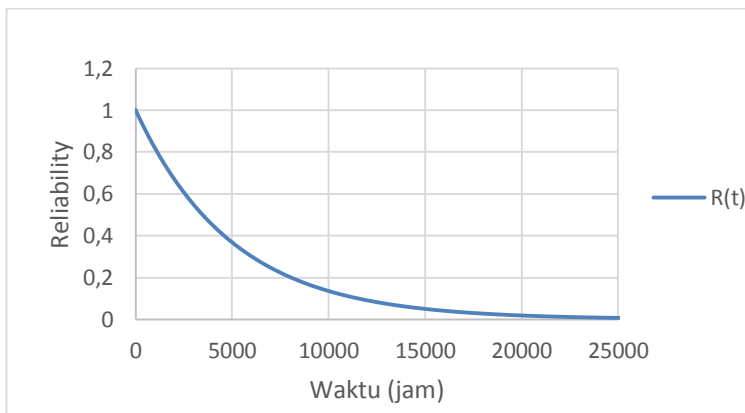
Gambar 4.23 menunjukkan kehandalan setelah dilakukan *preventive maintenance* pada 4500 jam operasi, setelah *preventive maintenance* diterapkan menunjukkan kenaikan nilai kehandalan antara sebelum dan sesudah dilakukan *preventive maintenance*, laju kegagalan dari pompa 107 JB adalah naik (*increasing failure rate*) seperti ditunjukkan pada gambar 4.24.

Oleh karena itu kegiatan *preventive maintenance* optimal untuk dilakukan pada pompa 107 JB. Sehingga dilakukan jenis perawatan berupa *preventive maintenance* pada 4500 jam operasi.

### c. Pompa 107 JC

#### • Analisis Keandalan

Berdasarkan data *maintenance record* pada Lampiran didapatkan jenis distribusi data untuk kegagalan *Time To Failure* (TTF) yang sesuai yaitu distribusi Eksponensial I dengan parameter  $\lambda=0,0002$ . Parameter tersebut dimasukkan dalam persamaan 2.32 untuk mengetahui keandalan komponen dalam interval waktu (jam).



**Gambar 4. 25** Keandalan pompa 107 JC

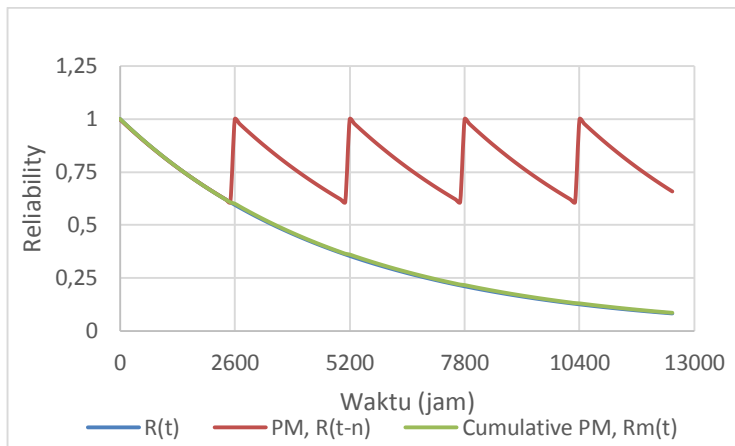
Dari gambar 4.25 diketahui keandalan pompa 107 JC pada keandalan 0,6 akan mengalami penurunan saat mencapai 2600 jam operasi. Selain untuk menghitung nilai pompa 107 JC dari

parameter distribusi data TTF didapatkan nilai *availability* dengan interval waktu (jam). Nilai *availability* yang didapatkan pada interval 2600 jam operasi adalah 0,99 sebagaimana tercantum dalam lampiran.

Untuk mencari nilai *maintainability* menggunakan distribusi *Time To Repair* (TTR), dimana distribusi yang sesuai adalah distribusi Weibull III dengan parameter  $\beta = 0,6123$ ,  $\eta = 3,7664$ , dan  $\gamma = 1,93$ . Setelah didapat nilai lamda ( $\lambda$ ) maka dimasukkan ke dalam persamaan 2.6 untuk mendapatkan nilai *maintainability* dari pompa 107 JC dengan interval waktu (jam), maka didapatkan nilai *maintainability* pada 2600 jam operasi adalah 1. Hasil pengolahan data *availability* dan *maintainability* pada interval waktu (t) dapat dilihat pada lampiran.

#### • Analisa Preventive Maintenance

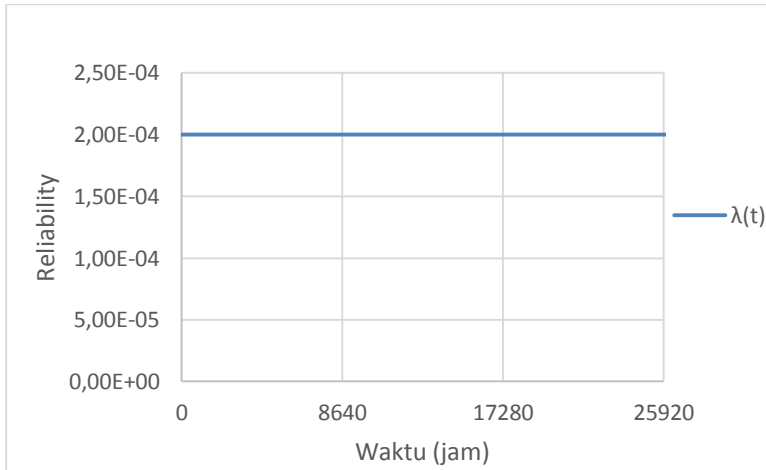
Berdasarkan nilai keandalan yang telah diketahui, maka akan dilakukan evaluasi tentang *preventive maintenance*. Evaluasi tersebut dilakukan pada saat  $R(t)$  0,6 yang berada pada 2600 jam operasi, didapatkan nilai kehandalan dengan *preventive maintenance* dengan interval waktu (t).



**Gambar 4. 26** Keandalan pompa 107 JC dengan PM



Gambar 4.26 menunjukkan kehandalan setelah dilakukan *preventive maintenance* pada 2600 jam operasi, setelah *preventive maintenance* diterapkan menunjukkan kesamaan nilai kehandalan antara sebelum dan sesudah dilakukan *preventive maintenance*, laju kegagalan dari pompa 107 JC adalah konstan (*constant failure rate*) seperti ditunjukkan pada gambar 4.27.



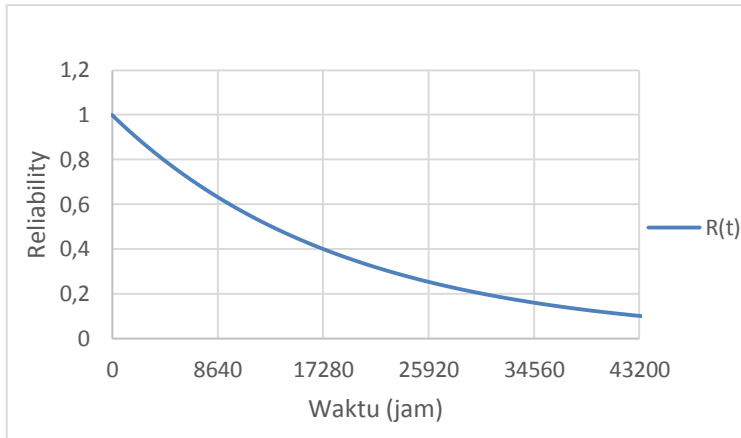
**Gambar 4. 27** Laju kegagalan pompa 107 JC

Oleh karena itu kegiatan *preventive maintenance* belum optimal untuk dilakukan pada pompa 107 JC .

#### **d. Pressure Indicator 1621**

##### **• Analisis Keandalan**

Berdasarkan data *maintenance record* pada Lampiran didapatkan jenis distribusi data untuk kegagalan *Time To Failure* (TTF) yang sesuai yaitu distribusi Eksponensial I dengan parameter  $\lambda = 0,000052851$ . Parameter tersebut dimasukkan dalam persamaan 2.32 untuk mengetahui keandalan komponen dalam interval waktu (jam).



**Gambar 4. 28** Keandalan *pressure indicator* 1621

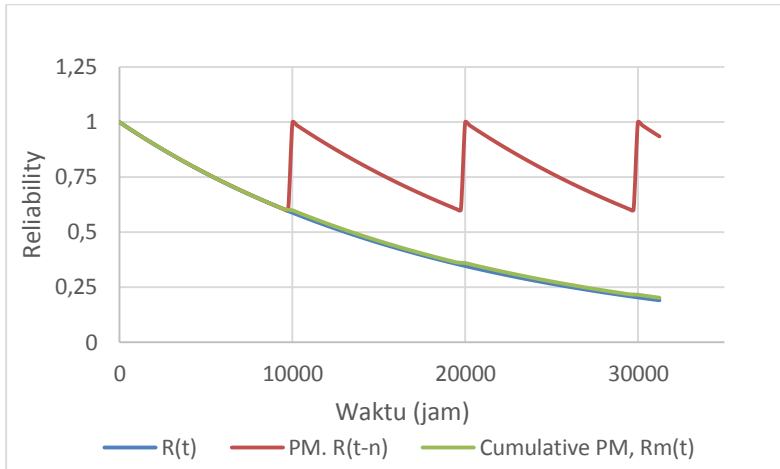
Dari gambar 4.28 diketahui keandalan *pressure indicator* pada keandalan 0,6 akan mengalami penurunan saat mencapai 10000 jam operasi. Selain untuk menghitung nilai *pressure indicator* dari parameter distribusi data TTF didapatkan nilai *availability* dengan interval waktu (jam). Nilai *availability* yang didapatkan pada interval 10000 jam operasi adalah 0,99 sebagaimana tercantum dalam lampiran.

Untuk mencari nilai *maintainability* menggunakan distribusi *Time To Repair* (TTR), dimana distribusi yang sesuai adalah distribusi Weibull III dengan parameter  $\beta = 7,1545$ ,  $\eta = 6,5905$ , dan  $\gamma = -3$ . Setelah didapat nilai lamda ( $\lambda$ ) maka dimasukkan ke dalam persamaan 2.6 untuk mendapatkan nilai *maintainability* dari *pressure indicator* dengan interval waktu (jam), maka didapatkan nilai *maintainability* pada 10000 jam operasi adalah 1. Hasil pengolahan data *availability* dan *maintainability* pada interval waktu (t) dapat dilihat pada lampiran.

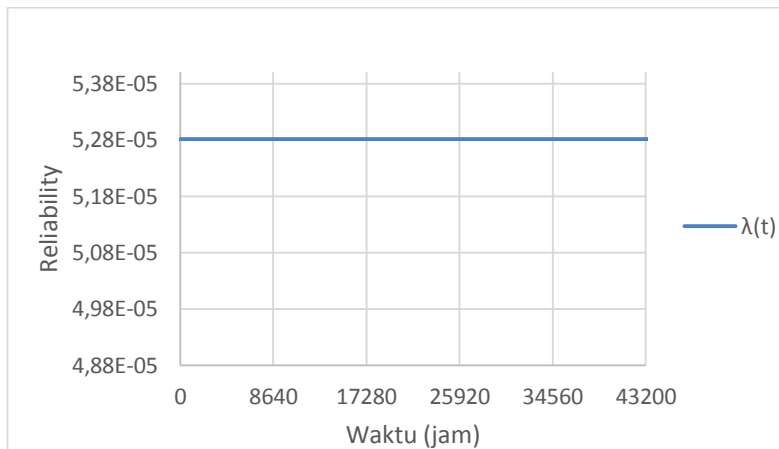
- **Analisa Preventive Maintenance**

Berdasarkan nilai keandalan yang telah diketahui, maka akan dilakukan evaluasi tentang *preventive maintenance*. Evaluasi tersebut dilakukan pada saat  $R(t)$  0,6 yang berada pada 10000 jam

operasi, didapatkan nilai kehandalan dengan *preventive maintenance* dengan interval waktu ( $t$ ).



**Gambar 4. 29** Keandalan *pressure indicator* 1621 dengan PM



**Gambar 4. 30** Laju kegagalan PI 1621

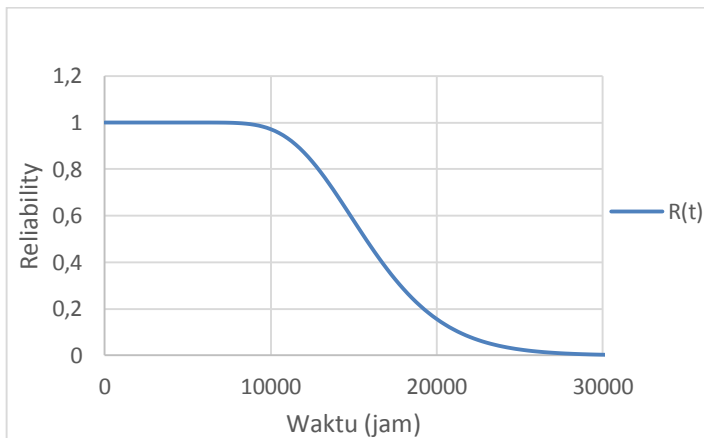
Gambar 4.29 menunjukkan kehandalan setelah dilakukan *preventive maintenance* pada 10000 jam operasi, setelah

*preventive maintenance* diterapkan menunjukkan kesamaan nilai kehandalan antara sebelum dan sesudah dilakukan *preventive maintenance*, laju kegagalan dari *pressure indicator* adalah konstan (*constant failure rate*) seperti ditunjukkan pada gambar 4.30. Oleh karena itu kegiatan *preventive maintenance* belum optimal untuk dilakukan pada *pressure indicator*.

#### e. *Flow Valve 1052*

##### • Analisis Keandalan

Berdasarkan data *maintenance record* pada Lampiran didapatkan jenis distribusi data untuk kegagalan *Time To Failure* (TTF) yang sesuai yaitu distribusi Lognormal dengan parameter  $\mu=9,6627$  dan  $\sigma=0,2384$ . Parameter tersebut dimasukkan dalam persamaan 2.20 untuk mengetahui keandalan komponen dalam interval waktu (jam).



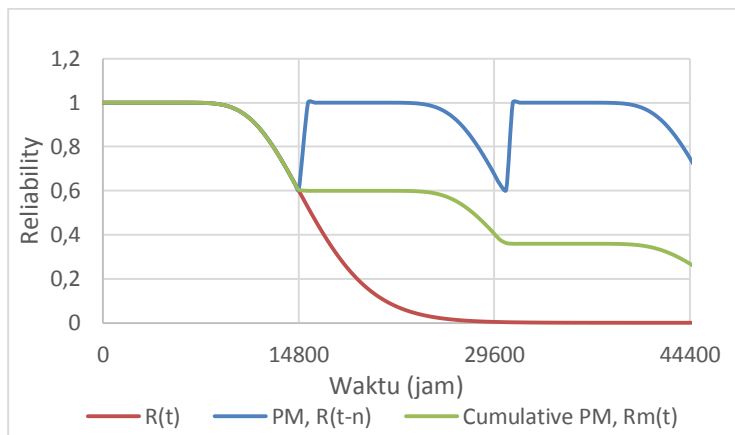
**Gambar 4. 31** Keandalan *flow valve 1052*

Dari gambar 4.31 diketahui keandalan *flow valve* pada keandalan 0,6 akan mengalami penurunan saat mencapai 14800 jam operasi. Selain untuk menghitung nilai *flow valve* dari parameter distribusi data TTF didapatkan nilai *availability* dengan interval waktu (jam). Nilai *availability* yang didapatkan pada

interval 14800 jam operasi adalah 0,31 sebagaimana tercantum dalam lampiran.

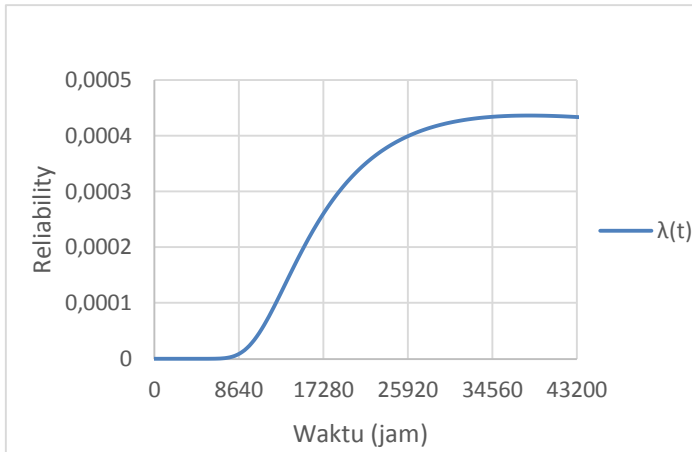
Untuk mencari nilai *maintainability* menggunakan distribusi *Time To Repair* (TTR), dimana distribusi yang sesuai adalah distribusi Weibull II dengan parameter  $\beta= 5,1484$  dan  $\eta= 4,5423$ . Setelah didapat nilai lamda ( $\lambda$ ) maka dimasukkan ke dalam persamaan 2.5 untuk mendapatkan nilai *maintainability* dari *flow valve* dengan interval waktu (jam), maka didapatkan nilai *maintainability* pada 14800 jam operasi adalah 1. Hasil pengolahan data *availability* dan *maintainability* pada interval waktu (t) dapat dilihat pada lampiran.

- **Analisa Preventive Maintenance**



**Gambar 4. 32** Keandalan *flow valve* 1052 dengan PM

Berdasarkan nilai keandalan yang telah diketahui, maka akan dilakukan evaluasi tentang *preventive maintenance*. Evaluasi tersebut dilakukan pada saat  $R(t)$  0,6 yang berada pada 14800 jam operasi, didapatkan nilai keandalan dengan *preventive maintenance* dengan interval waktu (t).



**Gambar 4. 33** Laju kegagalan FV 1052

Gambar 4.32 menunjukkan kehandalan setelah dilakukan *preventive maintenance* pada 14800 jam operasi, setelah *preventive maintenance* diterapkan menunjukkan kenaikan nilai kehandalan antara sebelum dan sesudah dilakukan *preventive maintenance*, laju kegagalan dari pompa 107 JB adalah naik (*increasing failure rate*) seperti ditunjukkan pada gambar 4.33.

Oleh karena itu kegiatan *preventive maintenance* optimal untuk dilakukan pada *flow valve*. Sehingga dilakukan jenis perawatan berupa *preventive maintenance* pada 14800 jam operasi.

#### **4.1.4. Semi-lean Solution Flash Tank**

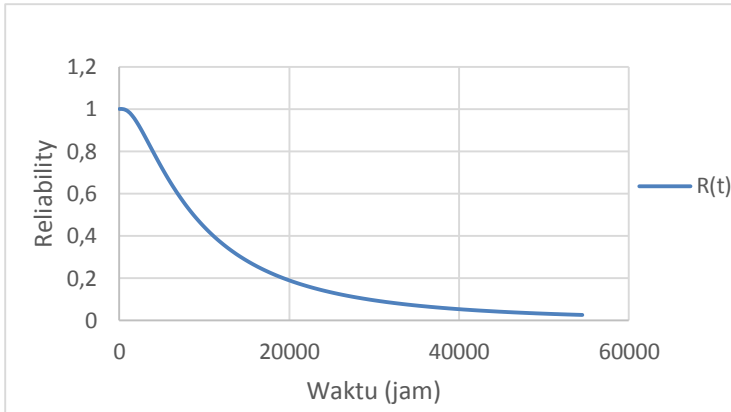
*Semi-lean Solution Flash Tank* mempunyai beberapa komponen penting sebagai pendukung dalam proses operasi yaitu terdiri dari *unit semi-lean solution flash tank* dan *level valve*.

##### **a. Semi-lean Solution Flash Tank 132F**

###### **• Analisis Keandalan**

Berdasarkan data *maintenance record* pada Lampiran didapatkan jenis distribusi data untuk kegagalan *Time To Failure* (TTF) yang sesuai yaitu distribusi Lognormal dengan parameter

$\mu=9,0712$  dan  $\sigma= 0,9458$ . Parameter tersebut dimasukkan dalam persamaan 2.20 untuk mengetahui keandalan komponen dalam interval waktu (jam).

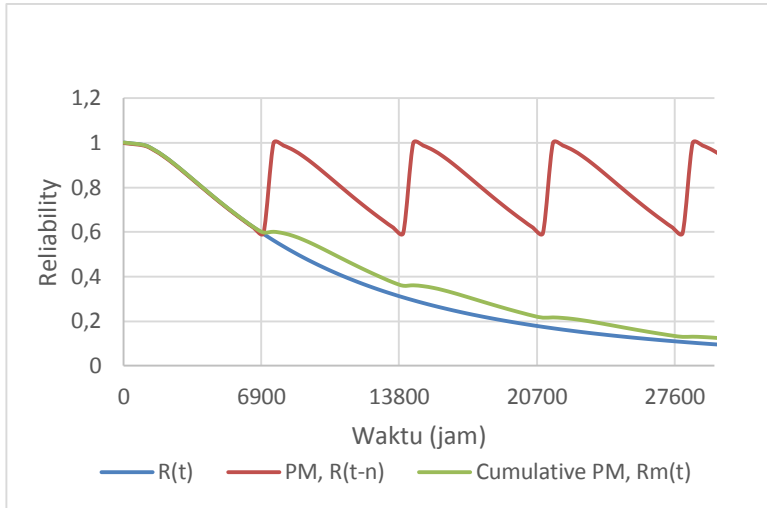


**Gambar 4. 34** Keandalan *semi-lean solution flash tank*

Dari gambar 4.34 diketahui keandalan *semi-lean solution flash tank* pada keandalan 0,6 akan mengalami penurunan saat mencapai 6900 jam operasi. Selain untuk menghitung nilai *semi-lean solution flash tank* dari parameter distribusi data TTF didapatkan nilai *availability* dengan interval waktu (jam). Nilai *availability* yang didapatkan pada interval 6900 jam operasi adalah 0,99 sebagaimana tercantum dalam lampiran.

Untuk mencari nilai *maintainability* menggunakan distribusi *Time To Repair* (TTR), dimana distribusi yang sesuai adalah distribusi Weibull III dengan parameter  $\beta= 1,3238$ ,  $\eta= 1,7653$ , dan  $\gamma= 1,485$ . Setelah didapat nilai lamda ( $\lambda$ ) maka dimasukkan ke dalam persamaan 2.6 untuk mendapatkan nilai *maintainability* dari nilai *semi-lean solution flash tank* dengan interval waktu (jam), maka didapatkan nilai *maintainability* pada 6900 jam operasi adalah 1. Hasil pengolahan data *availability* dan *maintainability* pada interval waktu (t) dapat dilihat pada lampiran.

- **Analisa Preventive Maintenance**



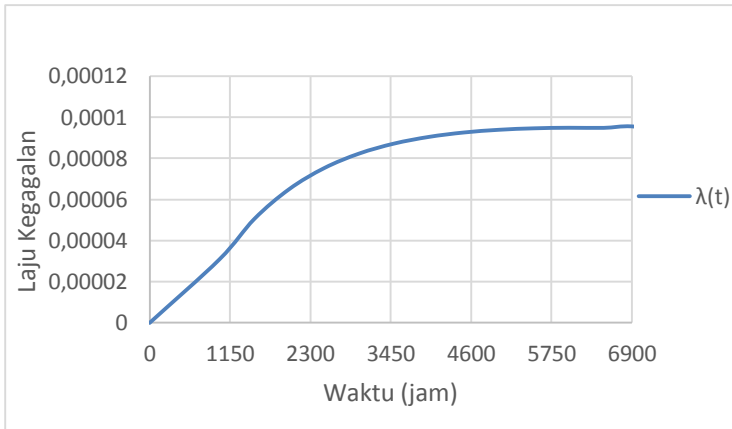
**Gambar 4. 35** Keandalan *semi-lean solution flash tank* dengan PM

Berdasarkan nilai keandalan yang telah diketahui, maka akan dilakukan evaluasi tentang *preventive maintenance*. Evaluasi tersebut dilakukan pada saat  $R(t)$  0,6 yang berada pada 6900 jam operasi, didapatkan nilai kehandalan dengan *preventive maintenance* dengan interval waktu ( $t$ ).

Gambar 4.35 menunjukkan kehandalan setelah dilakukan *preventive maintenance* pada 6900 jam operasi, setelah *preventive maintenance* diterapkan menunjukkan kenaikan nilai kehandalan antara sebelum dan sesudah dilakukan *preventive maintenance*, laju kegagalan dari *semi-lean solution flash tank* adalah naik (*increasing failure rate*) seperti ditunjukkan pada gambar 4.36.

Oleh karena itu kegiatan *preventive maintenance* optimal untuk dilakukan pada *semi-lean solution flash tank*. Sehingga dilakukan jenis perawatan berupa *preventive maintenance* pada 6900 jam operasi.



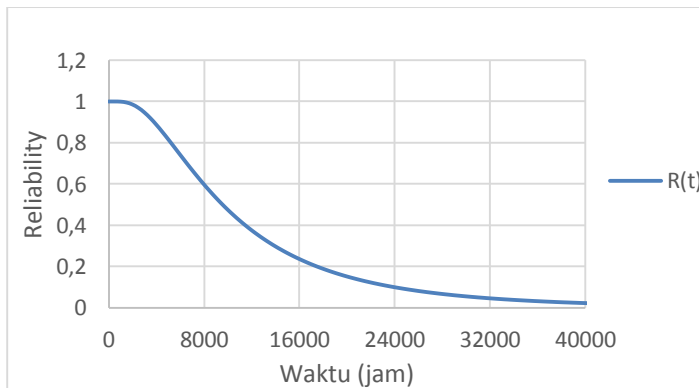


**Gambar 4. 36** Laju kegagalan *semi-lean solution flash tank*

#### b. Level Valve 1041

##### • Analisis Keandalan

Berdasarkan data *maintenance record* pada Lampiran didapatkan jenis distribusi data untuk kegagalan *Time To Failure* (TTF) yang sesuai yaitu distribusi *lognormal* dengan parameter  $\mu=9,1659$  dan  $\sigma=0,7182$ . Parameter tersebut dimasukkan dalam persamaan 2.20 untuk mengetahui keandalan komponen dalam interval waktu (jam).

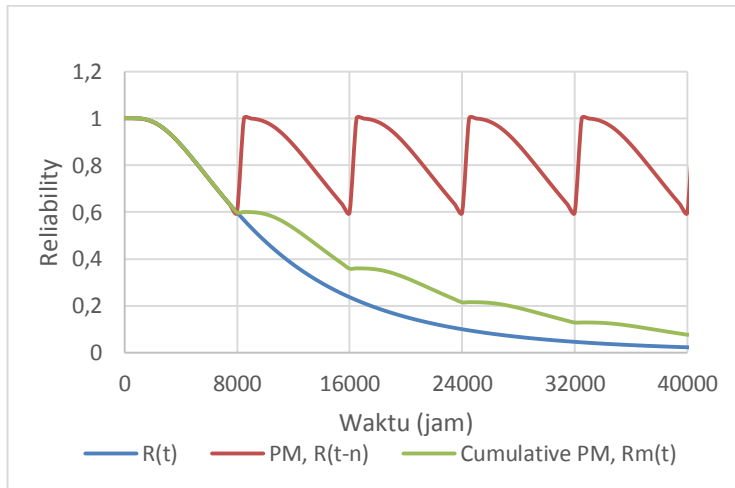


**Gambar 4. 37** Keandalan *level valve 1041*

Dari gambar 4.37 diketahui keandalan *level valve* pada keandalan 0,6 akan mengalami penurunan saat mencapai 8000 jam operasi. Selain untuk menghitung nilai *level valve* dari parameter distribusi data TTF didapatkan nilai *availability* dengan interval waktu (jam). Nilai *availability* yang didapatkan pada interval 8000 jam operasi adalah 0,99 sebagaimana tercantum dalam lampiran.

Untuk mencari nilai *maintainability* menggunakan distribusi *Time To Repair* (TTR), dimana distribusi yang sesuai adalah distribusi Weibull III dengan parameter  $\beta = 2,7476$ ,  $\eta = 3,5258$ , dan  $\gamma = 1,18$ . Setelah didapat nilai lamda ( $\lambda$ ) maka dimasukkan ke dalam persamaan 2.6 untuk mendapatkan nilai *maintainability* dari nilai *level valve* dengan interval waktu (jam), maka didapatkan nilai *maintainability* pada 8000 jam operasi adalah 1. Hasil pengolahan data *availability* dan *maintainability* pada interval waktu (t) dapat dilihat pada lampiran.

- **Analisa Preventive Maintenance**



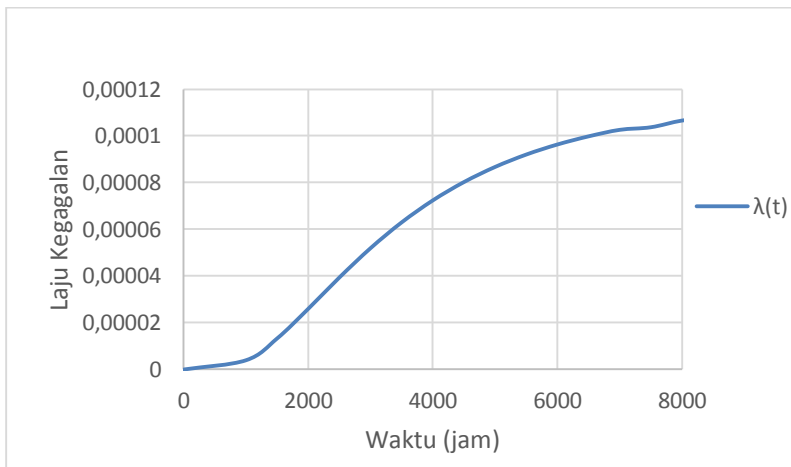
**Gambar 4. 38** Keandalan *level valve* 1041 dengan PM

Berdasarkan nilai keandalan yang telah diketahui, maka akan dilakukan evaluasi tentang *preventive maintenance*. Evaluasi

tersebut dilakukan pada saat  $R(t)$  0,6 yang berada pada 8000 jam operasi, didapatkan nilai kehandalan dengan *preventive maintenance* dengan interval waktu ( $t$ ).

Gambar 4.38 menunjukkan kehandalan setelah dilakukan *preventive maintenance* pada 8000 jam operasi, setelah *preventive maintenance* diterapkan menunjukkan kenaikan nilai kehandalan antara sebelum dan sesudah dilakukan *preventive maintenance*, laju kegagalan *level valve* adalah naik (*increasing failure rate*) seperti ditunjukkan pada gambar 4.39.

Oleh karena itu kegiatan *preventive maintenance* optimal untuk dilakukan pada *level valve*. Sehingga dilakukan jenis perawatan berupa *preventive maintenance* pada 8000 jam operasi.



**Gambar 4. 39** Laju kegagalan *level valve* 1041

#### 4.1.5. *CO<sub>2</sub> Stripper Feed Flash Drum 133F*

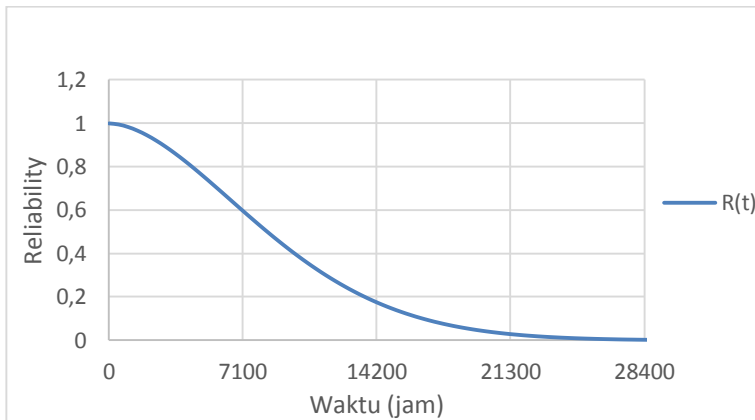
*CO<sub>2</sub> Stripper Feed Flash Drum 133F* mempunyai beberapa komponen penting sebagai pendukung dalam proses operasi yaitu terdiri dari *unit CO<sub>2</sub> stripper feed flash drum 133F* , *level valve* dan *pressure valve*.

#### a. *CO<sub>2</sub> Stripper Feed Flash Drum 133F*

##### • Analisis Keandalan

Berdasarkan data *maintenance record* pada Lampiran didapatkan jenis distribusi data untuk kegagalan *Time To Failure* (TTF) yang sesuai yaitu distribusi weibull II dengan parameter  $\beta=1,7548$ ;  $\eta=10349$ . Parameter tersebut dimasukkan dalam persamaan 2.25 untuk mengetahui keandalan komponen dalam interval waktu (jam).

Dari gambar 4.40 diketahui keandalan *CO<sub>2</sub> stripper feed flash drum 133F* pada keandalan 0,6 akan mengalami penurunan saat mencapai 7100 jam operasi. Selain untuk menghitung nilai *CO<sub>2</sub> stripper feed flash drum 133F* dari parameter distribusi data TTF didapatkan nilai *availability* dengan interval waktu (jam). Nilai *availability* yang didapatkan pada interval 7100 jam operasi adalah 0,99 sebagaimana tercantum dalam lampiran.



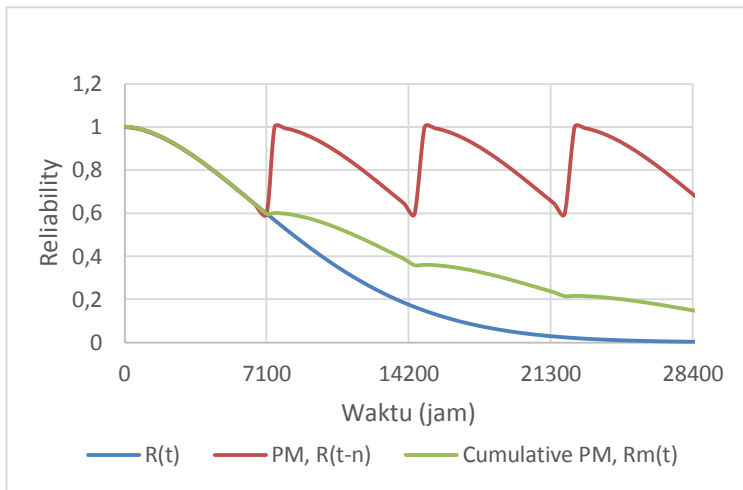
**Gambar 4. 40** Keandalan *co<sub>2</sub> stripper feed flash drum 133F*

Untuk mencari nilai *maintainability* menggunakan distribusi *Time To Repair* (TTR), dimana distribusi yang sesuai adalah distribusi Weibull III dengan parameter  $\beta= 2,5492$ ,  $\eta= 2,9871$ , dan  $\gamma= 0,815$ . Setelah didapat nilai lamda ( $\lambda$ ) maka dimasukkan ke dalam persamaan 2.6 untuk mendapatkan nilai *maintainability* dari *co<sub>2</sub> stripper feed flash drum 133F* dengan interval waktu (jam),

maka didapatkan nilai *maintainability* pada 7100 jam operasi adalah 1. Hasil pengolahan data *availability* dan *maintainability* pada interval waktu (t) dapat dilihat pada lampiran.

- **Analisa Preventive Maintenance**

Berdasarkan nilai keandalan yang telah diketahui, maka akan dilakukan evaluasi tentang *preventive maintenance*. Evaluasi tersebut dilakukan pada saat  $R(t)$  0,6 yang berada pada 7100 jam operasi, didapatkan nilai kehandalan dengan *preventive maintenance* dengan interval waktu (t).

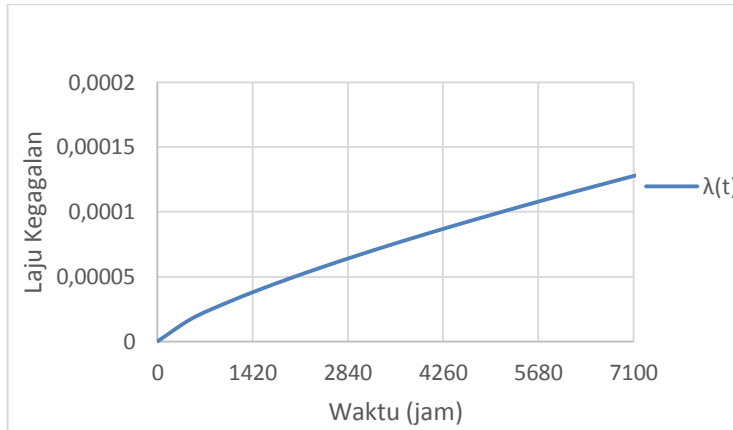


**Gambar 4. 41** Keandalan *co<sub>2</sub> stripper feed flash drum 133F* dengan PM

Gambar 4.41 menunjukkan kehandalan setelah dilakukan *preventive maintenance* pada 7100 jam operasi, setelah *preventive maintenance* diterapkan menunjukkan kenaikan nilai kehandalan antara sebelum dan sesudah dilakukan *preventive maintenance*, laju kegagalan dari *co<sub>2</sub> stripper feed flash drum 133F* adalah naik (*increasing failure rate*) seperti ditunjukkan pada gambar 4.42.

Oleh karena itu kegiatan *preventive maintenance* optimal untuk dilakukan pada *co<sub>2</sub> stripper feed flash drum 133F*. Sehingga

dilakukan jenis perawatan berupa *preventive maintenance* pada 7100 jam operasi.



**Gambar 4. 42** Laju kegagalan *co<sub>2</sub> stripper feed flash drum 133F*

#### **b. Level Valve 1162**

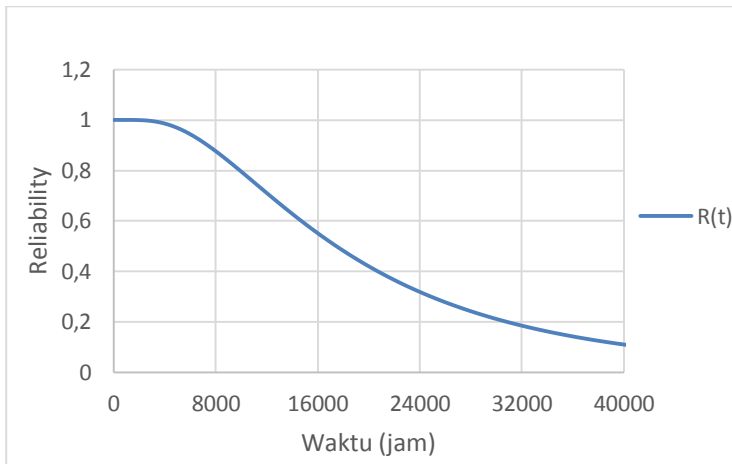
##### **• Analisis Keandalan**

Berdasarkan data *maintenance record* pada Lampiran didapatkan jenis distribusi data untuk kegagalan *Time To Failure* (TTF) yang sesuai yaitu distribusi Lognormal dengan parameter  $\mu=9,7656$  dan  $\sigma=0,676$ . Parameter tersebut dimasukkan dalam persamaan 2.20 untuk mengetahui keandalan komponen dalam interval waktu (jam).

Dari gambar 4.43 diketahui keandalan *level valve* pada keandalan 0,6 akan mengalami penurunan saat mencapai 14700 jam operasi. Selain untuk menghitung nilai *level valve* dari parameter distribusi data TTF didapatkan nilai *availability* dengan interval waktu (jam). Nilai *availability* yang didapatkan pada interval 14700 jam operasi adalah 0,99 sebagaimana tercantum dalam lampiran.

Untuk mencari nilai *maintainability* menggunakan distribusi *Time To Repair* (TTR), dimana distribusi yang sesuai adalah distribusi Weibull III dengan parameter  $\beta=2,1241$ ,  $\eta=2,2191$ , dan

$\gamma=1,8925$ . Setelah didapat nilai lamda ( $\lambda$ ) maka dimasukkan ke dalam persamaan 2.6 untuk mendapatkan nilai *maintainability* dari nilai *level valve* dengan interval waktu (jam), maka didapatkan nilai *maintainability* pada 14700 jam operasi adalah 1. Hasil pengolahan data *availability* dan *maintainability* pada interval waktu (t) dapat dilihat pada lampiran.

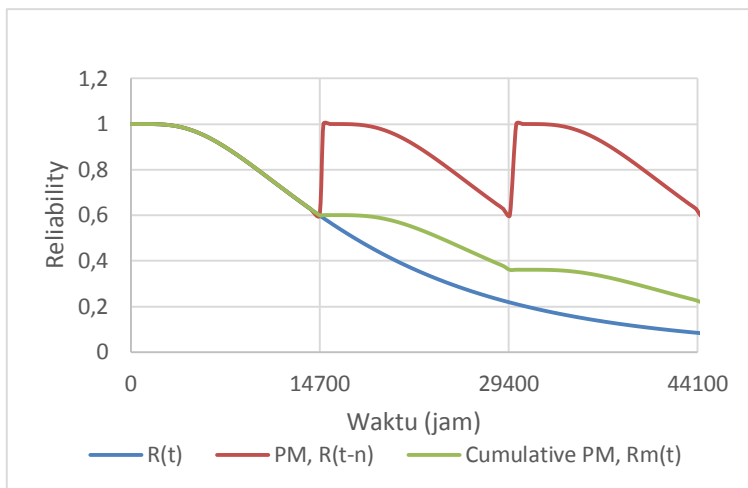


**Gambar 4. 43** Keandalan *level valve* 1162

- **Analisa Preventive Maintenance**

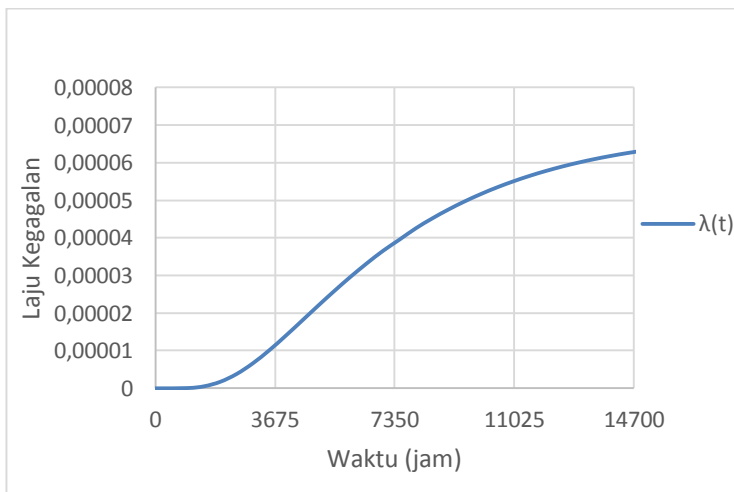
Berdasarkan nilai keandalan yang telah diketahui, maka akan dilakukan evaluasi tentang *preventive maintenance*. Evaluasi tersebut dilakukan pada saat  $R(t)$  0,6 yang berada pada 14700 jam operasi, didapatkan nilai kehandalan dengan *preventive maintenance* dengan interval waktu (t).

Gambar 4.44 menunjukkan kehandalan setelah dilakukan *preventive maintenance* pada 14700 jam operasi, setelah *preventive maintenance* diterapkan menunjukkan kenaikan nilai kehandalan antara sebelum dan sesudah dilakukan *preventive maintenance*, laju kegagalan *level valve* adalah naik (*increasing failure rate*) seperti ditunjukkan pada gambar 4.45.



**Gambar 4. 44** Keandalan *level valve* 1162 dengan PM

Oleh karena itu kegiatan *preventive maintenance* optimal untuk dilakukan pada *level valve*. Sehingga dilakukan jenis perawatan berupa *preventive maintenance* pada 14700 jam operasi.



**Gambar 4. 45** Laju kegagalan *level valve* 1162

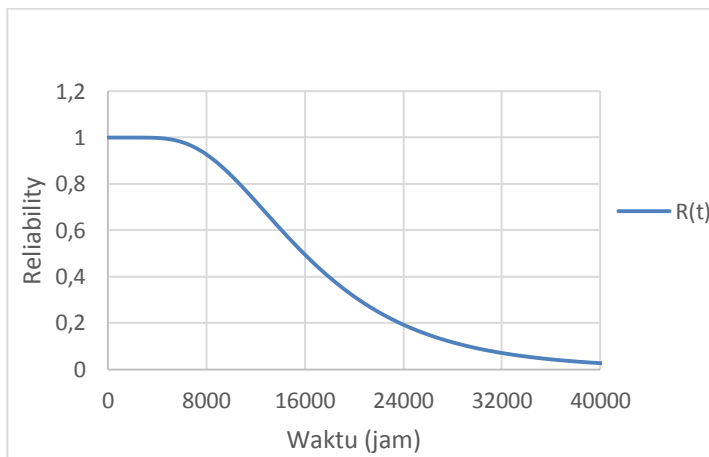


### c. *Pressure Valve 1833*

#### • Analisis Keandalan

Berdasarkan data *maintenance record* pada Lampiran didapatkan jenis distribusi data untuk kegagalan *Time To Failure* (TTF) yang sesuai yaitu distribusi Lognormal dengan parameter  $\mu=9,6735$  dan  $\sigma=0,4729$ . Parameter tersebut dimasukkan dalam persamaan 2.20 untuk mengetahui keandalan komponen dalam interval waktu (jam).

Dari gambar 4.46 diketahui keandalan *pressure valve* pada keandalan 0,6 akan mengalami penurunan saat mencapai 14100 jam operasi. Selain untuk menghitung nilai *pressure valve* dari parameter distribusi data TTF didapatkan nilai *availability* dengan interval waktu (jam). Nilai *availability* yang didapatkan pada interval 14100 jam operasi adalah 0,99 sebagaimana tercantum dalam lampiran.



**Gambar 4. 46** Keandalan *pressure valve 1833*

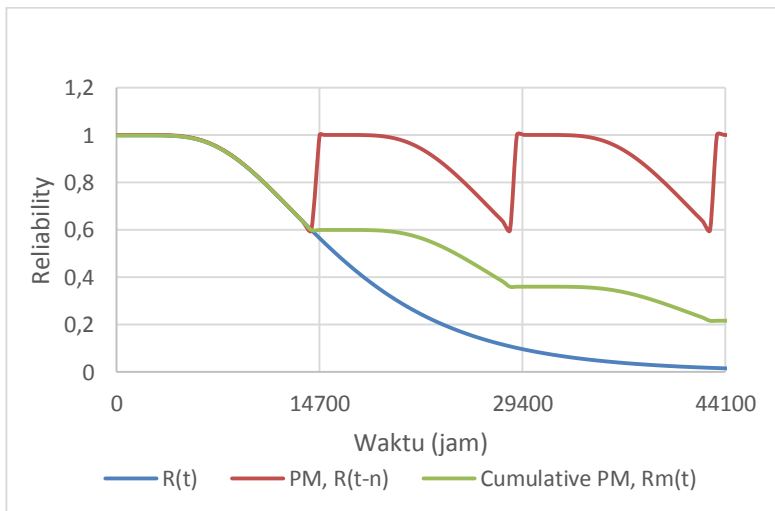
Untuk mencari nilai *maintainability* menggunakan distribusi *Time To Repair* (TTR), dimana distribusi yang sesuai adalah distribusi Weibull III dengan parameter  $\beta=2,1241$ ,  $\eta=2,2191$ , dan  $\gamma=1,8925$ . Setelah didapat nilai lamda ( $\lambda$ ) maka dimasukkan ke dalam persamaan 2.6 untuk mendapatkan nilai *maintainability* dari

nilai *pressure valve* dengan interval waktu (jam), maka didapatkan nilai *maintainability* pada 14100 jam operasi adalah 1. Hasil pengolahan data *availability* dan *maintainability* pada interval waktu (t) dapat dilihat pada lampiran.

- **Analisa Preventive Maintenance**

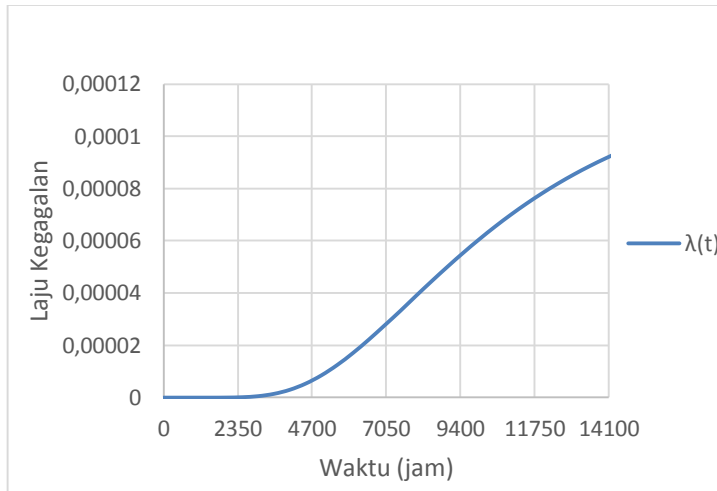
Berdasarkan nilai keandalan yang telah diketahui, maka akan dilakukan evaluasi tentang *preventive maintenance*. Evaluasi tersebut dilakukan pada saat  $R(t)$  0,6 yang berada pada 14100 jam operasi, didapatkan nilai kehandalan dengan *preventive maintenance* dengan interval waktu (t).

Gambar 4.47 menunjukkan kehandalan setelah dilakukan *preventive maintenance* pada 14100 jam operasi, setelah *preventive maintenance* diterapkan menunjukkan kenaikan nilai kehandalan antara sebelum dan sesudah dilakukan *preventive maintenance*, laju kegagalan *pressure valve* adalah naik (*increasing failure rate*) seperti ditunjukkan pada gambar 4.48.



**Gambar 4. 47** Keandalan *pressure valve* 1833 dengan PM

Oleh karena itu kegiatan *preventive maintenance* optimal untuk dilakukan pada *pressure valve*. Sehingga dilakukan jenis perawatan berupa *preventive maintenance* pada 14100 jam operasi.



**Gambar 4. 48** Laju kegagalan *pressure valve* 1833

#### 4.2. Jadwal dan Jenis Perawatan Komponen

Berikut merupakan jenis perawatan dan jadwal perawatan berdasarkan data *maintenance* PT. Petrokimia Gresik pada nilai keandalan komponen yaitu sebesar 0,6 atau 60% berdasarkan analisa pada sub bab 4.1. Hasilnya adalah pada tabel berikut:

**Tabel 4. 2** Interval perawatan komponen berdasar data PT. Petrokimia Gresik

Nama Komponen		Interval (Jam)
		R(t) 0,6
<i>Absorber 101E</i>	<i>Absorber 101E</i>	9000

Lanjutan tabel 4.2

Nama Komponen		Interval (Jam) R(t) 0,6
<i>Absorber</i> 101E	FCV 1005	13000
	FT 1005	6750
	LT 1004	7500
107 <i>JAHT</i>	107 <i>JAHT</i>	4600
	<i>Blowdown Valve</i>	19300
Pompa 107 JA/JB/JC	Pompa 107 JA	2600
	Pompa 107 JB	4500
	Pompa 107 JC	2600
	<i>FV 1052</i>	14800
	<i>PI 1621</i>	10000
<i>CO<sub>2</sub> Stripper Feed Flash Drum</i> 133F	<i>CO<sub>2</sub> Stripper Feed Flash Drum</i> 133F	7100
	LV 1162	14700
	PV 1833	14100
<i>Semi-lean Solution Flash Tank</i> 132F	<i>Semi-lean Solution Flash Tank</i> 132F	6900
	LV 1041	8000

Tabel 4.2 menjelaskan interval jadwal perawatan dengan variasi nilai *reliability* 0.6 atau 60%. Dengan asumsi bahwa nilai R(t) 60% masih *reliable* dan sistem masih dapat menjalankan prosesnya. Dari tabel 4.2 menunjukan pompa 107 JA dan 107 JC yang memiliki keandalan paling rendah dan *blowdown valve* memiliki nilai keandalan paling tinggi.

**Tabel 4. 3** Kegiatan Maintenance berdasarkan laju kegagalan dengan jadwal perawatan berdasarkan OREDA

Nama Komponen		Interval (Jam) R(t) 0,6
<i>Absorber 101E</i>	101E	15600
	FCV 1005	28000
	FT 1005	50000
	LT 1004	66800
107 JAHT	107 JAHT	10400
	Blowdown Valve	34400
Pompa 107 JA/JB/JC	Pompa 107 JA	7600
	Pompa 107 JB	7600
	Pompa 107 JC	7600
	FV 1052	28000
<i>CO<sub>2</sub> Stripper Feed Flash Drum 133F</i>	<i>CO<sub>2</sub> Stripper Feed Flash Drum 133F</i>	14000
	LV 1162	28000
	PV 1833	26000
<i>Semi-lean Solution Flash Tank 132F</i>	<i>Semi-lean Solution Flash Tank 132F</i>	13200
	LV 1041	28000

Jadwal perawatan berdasarkan perhitungan OREDA (tabel4.3) yang mana distribusi yang didapatkan adalah distribusi *exponential* yang artinya memiliki laju kegagalan CFR(*constant failure rate*) dengan masing-masing lamda. Dari hasil perhitungan dibandingkan dengan data oreda, terdapat komponen yang memiliki interval jam hampir sama yaitu unit *absorber 101E* dan *blowdown valve*. Pada komponen lainya mengalami perbedaan, hal tersebut

dikarenakan adanya perbedaan yang didapatkan dari nilai lamda perhitungan dan pada data oreda.

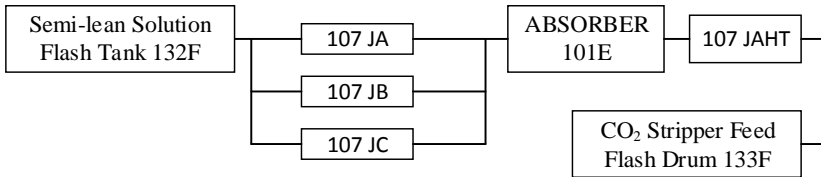
**Tabel 4. 4** Keandalan komponen dalam satu tahun

Nama Komponen		R(t)
<i>Absorber 101E</i>	Absorber 101E	0,61
	FCV 1005	0,75
	FT 1005	0,49
	LT 1004	0,54
<i>107 JAHT</i>	<i>107 JAHT</i>	0,38
	<i>Blowdown Valve</i>	0,96
Pompa 107 JA/JB/JC	Pompa 107 JA	0,20
	Pompa 107 JB	0,35
	Pompa 107 JC	0,20
	<i>FV 1052</i>	0,99
	<i>PI 1621</i>	0,64
<i>CO<sub>2</sub> Stripper Feed Flash Drum 133F</i>	<i>CO<sub>2</sub> Stripper Feed Flash Drum 133F</i>	0,52
	LV 1162	0,87
	PV 1833	0,92
<i>Semi-lean Solution Flash Tank 132F</i>	<i>Semi-lean Solution Flash Tank 132F</i>	0,53
	LV 1041	0,59

Tabel 4.4 merupakan keandalan komponen pada saat satu tahun, terdapat 9 komponen yang memiliki keandalan dibawah 0,6 pada waktu satu tahun. 9 komponen yang memiliki keandalan dibawah 0,6 ketika satu tahun dapat ditingkatkan nilai keandalanya dengan meningkatkan kualitas komponen, melakukan *redanduncy* dan melakukan perawatan yang baik.

#### 4.3. Perhitungan *Reliability* Sistem *Absorber* 101E

Sistem *absorber* 101E memiliki konfigurasi seri dan paralel untuk pompa 107 JA, JB dan JC yang ditunjukkan pada Gambar 4.49 sehingga untuk menghitung nilai keandalan sistem, terlebih dahulu mengetahui nilai keandalan masing – masing komponen.



**Gambar 4. 49** Diagram blok sistem *absorber* 101E

Dimana:

$$\begin{aligned}
 R_1 &= R(132F) * R(Level\ Valve) \\
 R_2 &= R(Pompa\ 107\ JA) \\
 R_3 &= R(Pompa\ 107\ JB) \\
 R_4 &= R(Pompa\ 107\ JC) * R(Flow\ Valve) \\
 R_5 &= R(Absorber\ 101E) * R(FT) * R(FC) \\
 R_6 &= R(Hidraulik\ turbin\ 107\ JAHT) * R(BDV) \\
 R_7 &= R(133F) * R(Level\ Valve) * R(Pressure\ Valve)
 \end{aligned}$$

Nilai keandalan pada operasional selama 3 bulan (2160 jam)

$$\begin{aligned}
 R_1 &= 0,9296 * 0,9808 = 0,9117 \\
 R_2 &= 0,6492 \\
 R_3 &= 0,7991 \\
 R_4 &= 0,6492 * 1 = 0,6492 \\
 R_5 &= 0,9200 * 0,9143 * 0,9490 = 0,7982 \\
 R_6 &= 0,7997 * 0,9999 = 0,79962 \\
 R_7 &= 0,9380 * 0,9989 * 1 = 0,9369
 \end{aligned}$$

Sehingga,

$$\begin{aligned}
 R_{pompa\ total} &= P(E_2 \cup E_3 \cup E_4) \\
 &= 1 - (1 - R_2) (1 - R_3) (1 - R_4) \\
 &= 1 - (1 - 0,6492) (1 - 0,7991) (1 - 0,6492) \\
 &= 1 - 0,0247 \\
 &= 0,9752
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
R_{\text{sistem}} &= P(E_1 \cap E_{\text{pompa total}} \cap E_5 \cap E_{6L} \cap E_7) \\
&= P(E_1) P(E_{\text{pompa total}}) P(E_5) P(E_6) P(E_7) \\
&= (R_1) (R_{\text{pompa total}}) (R_5) (R_6) (R_7) \\
&= 0,9117 \times 0,9752 \times 0,7982 \times 0,79962 \times 0,9369 \\
&= 0,4334
\end{aligned}$$

*Reliability* sistem *absorber* 101E yang tersusun seperti blok diagram pada gambar 4.49 pada 3 bulan atau 2160 jam adalah 0,4334

#### 4.4. Analisa Kualitatif

Pada penelitian tugas akhir ini, evaluasi kualitatif dilakukan pada sistem *Absorber* 101E adalah berupa penjelasan fungsi (*system function*) serta kegagalan fungsi masing-masing komponen utama (*main* komponen) kemudian diikuti dengan hasil pengolahan data yang disajikan dalam bentuk FMEA dan tabel *decission worksheet*. Evaluasi kualitatif ini sebagai data pendukung bagaimana pengambilan tindakan saat perawatan.

##### 4.4.1. FMEA Sistem Absorber 101E

**Tabel 4. 5** *Function* dan *functional failure* dari FMEA

<i>Function</i>	<i>Functional Failure</i>
1 Memisahkan CO <sub>2</sub> dari <i>syn gas</i> dengan larutan <i>Benfield</i> . P = 35 K dan T = 72°C ; CO <sub>2</sub> out = max 0.17 %	1A Tidak dapat memisahkan CO <sub>2</sub> dari <i>syn gas</i> dengan larutan <i>benfield</i> (CO <sub>2</sub> melebihi 0,17 %)
2 memisahkan( <i>flashing</i> ) gas H <sub>2</sub> yang terikut dalam larutan <i>rich solution</i> . Dan bekerja berdasarkan perbedaan <i>pressure</i> 101E dan 133F	2A tidak dapat memisahkan( <i>flashing</i> ) gas H <sub>2</sub> yang terikut dalam larutan <i>rich solution</i> .
3 Melepaskan gas CO <sub>2</sub> dari larutan <i>semi-lean solution</i> . Dan bekerja dengan adanya <i>ejector</i> yang terbagi dalam 4 <i>compartment</i> .	3A Tidak dapat melepaskan gas CO <sub>2</sub> dari larutan <i>semi-lean solution</i> .



### a. FMEA absorber 101E

*Failure mode and effect analysis* pada unit absorber merupakan kegagalan dari komponen-komponen pendukungnya yang dapat menyebabkan kegagalan fungsi dari *absorber* untuk menyerap CO<sub>2</sub> menggunakan larutan *benfield*. Komponen yang dapat menyebabkan kegagalan pada unit *absorber* 101E adalah unit *absorber*, pompa 107 JA, pompa 107 JB, pompa 107 JC, dan hidrolik turbin 107 JAHT. Penjelasan kegagalan dari komponen pendukung dapat dilihat pada tabel 4.6

**Tabel 4. 6** *Failure mode dan failure effect dari absorber 101E*

<i>Failure Modde</i>	<i>Failure Effect</i>
<b>1A1</b> <i>Grid-drid</i> didalam <i>absorber</i> 101E mengalami deformasi karena operasi yang berlebih	Larutan <i>benfield</i> tidak dapat menyerap CO <sub>2</sub> secara maksimal. Tidak ada dampak SHE. Dilakukan perbaikan ketika shutdown
<b>1A2</b> Casing pompa 107 (JA/JB/JC), mekanik seal bocor karena adanya korosi larutan <i>benfield</i> (akibat kurang injeksi larutan V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	<i>Flow</i> pada pompa 107 JA/JB/JC akan turun , performa penyerapan CO <sub>2</sub> dengan larutan <i>benfield</i> tidak optimal. Operator cek visual pompa. Ada dampak SHE akibat bocoran larutan <i>benfield</i> dapat menyebabkan gas H <sub>2</sub> keluar dan bisa menyebabkan kebakaran, dilakukan penggantian dengan unit baru.
<b>1A3</b> <i>Impeler</i> pompa 107 (JA/JB/JC) <i>crack</i> karena turbulensi yang diakibatkan oleh adanya 2 fase <i>benfield</i> yaitu gas dan larutan	Vibrasi yang tinggi pada pompa 107 JA/JB/JC, performa pompa tidak optimal. Operator cek vibrasi pompa. Tidak ada dampak SHE. Dilakukan perbaikan <i>impeler</i> atau <i>shaft</i> yang mengalami kerusakan.

Lanjutan tabel 4.6

	<i>Failure Modde</i>	<i>Failure Effect</i>
<b>1A4</b>	<i>shaft</i> pompa 107 JA/JB/JC rusak (patah) karena operasi berlebih ( <i>fatigue</i> )	Pompa tidak dapat bekerja sehingga tidak dapat memompa larutan <i>benfield</i> ke <i>absorber</i> 101E. Tidak ada dampak SHE. Dilakukan penggantian dengan unit baru.
<b>1A5</b>	<i>Bearing</i> pompa 107 (JA/JB/JC) rusak dikarenakan adanya vibrasi yang tinggi pada pompa	Pompa mengalami penurunan performa sehingga tidak dapat memompa larutan <i>benfield</i> secara maksimal. Operator cek visual dan penginderaan pada pompa. Tidak ada dampak SHE, dilakukan penggantian <i>bearing</i>
<b>1A6</b>	FCV 1005 tidak dapat berfungsi dengan baik (tidak normal)	<i>Flow control valve</i> tidak dapat membuka penuh sehingga aliran <i>benfield</i> ke <i>absorber</i> akan berkurang sehingga mempengaruhi kinerja <i>absorber</i> dalam menyerap CO <sub>2</sub> . operator cek opening di DCS dan lapangan. Tidak ada dampak SHE. Dilakukan perbaikan pada <i>flow control valve</i> .
<b>1A7</b>	<i>Impeler hydraulic turbine</i> 107 JAHT rusak karena korosif yang terjadi diakibatkan kurangnya injeksi anti korosif	Vibrasi yang tinggi pada 107 JAHT yang akan menyebabkan JAHT tidak dapat bekerja secara maksimal dan mempengaruhi performa pompa 107 JA (107 JAHT adalah penggerak pompa 107 JA). Operator cek visual hidrolik turbin. tidak ada dampak SHE, dilakukan perbaikan pada <i>impeler</i> yang bermasalah.

Lanjutan tabel 4.6

	<i>Failure Modde</i>	<i>Failure Effect</i>
<b>1A8</b>	<i>Flange out hydraulic turbine</i> 107 JAHT bocor karena korosi	<i>Flow</i> yang mengalir di 107 JAHT akan turun dan menyebabkan kerja 107 JAHT tidak maksimal sehingga akan mempengaruhi kinerja pompa 107 JA yang memompa larutan <i>benfield</i> . Operator cek visual hidrolik turbin. Ada efek SHE akibat bocoran dari larutan <i>benfield</i> . dilakukan perbaikan pada unit yang mengalami masalah
<b>1A9</b>	<i>Blowdown valve abnormal</i> (tidak berfungsi dengan baik)	<i>Blowdoen valve</i> tidak membuka penuh (abnormal) sehingga aliran dari absorber ke 107 JAHT berkurang sehingga membuat kinerja hidrolik turbin tidak maksimal untuk menggerakkan pompa 107 JA. Operator cek opening DCS dan lapangan. Tidak ada dampak SHE. Dilakukan perbaikan pada <i>valve</i> .

#### **b. FMEA CO<sub>2</sub> Stripper Feed Flash Drum 133F**

*Failure mode and effect analysis* pada CO<sub>2</sub> *stripper feed flash drum* merupakan kegagalan dari komponen-komponen pendukungnya yang dapat menyebabkan kegagalan fungsi dari CO<sub>2</sub> *stripper feed flash drum* untuk memisahkan gas H<sub>2</sub> dari larutan *rich solution*. Komponen yang dapat menyebabkan kegagalan pada CO<sub>2</sub> *stripper feed flash drum* adalah *level valve* dan *pressure valve* yang ada pada unit ini. Penjelasan kegagalan dari komponen pendukung dapat dilihat pada tabel 4.7

**Tabel 4. 7** *Failure mode dan failure effect dari unit CO<sub>2</sub> stripper feed flash drum*

	<b><i>Failure Modde</i></b>	<b><i>Failure Effect</i></b>
<b>2A1</b>	<i>Level valve LV1162 tidak dapat bekerja dengan baik (tidak normal)</i>	<i>level valve tidak dapat membuka penuh sehingga level pada CO<sub>2</sub> stripper feed flash drum akan naik dan aliran benfield akan berkurang. Operator cek opening di DCS dan dilapangan. Tidak ada dampak SHE. Dilakukan perbaikan pada LV 1162</i>
<b>2A2</b>	<i>Pressure control valve PC1833 abnormal (tidak dapat bekerja dengan baik)</i>	<i>Pressure pada CO<sub>2</sub> stripper feed flash drum tidak dapat membuka penuh sehingga pressure pada CO<sub>2</sub> stripper feed flash drum akan meningkat dan dapat menyebabkan sistem trip. Operator cek opening di DCS dan lapangan. Tidak ada dampak SHE. Dilakukan perbaikan pressure valve</i>

### c. FMEA *Semi-lean Solution Flash Tank 132F*

*Failure mode and effect analysis pada semi-lean solution flash tank 132F* merupakan kegagalan dari komponen-komponen pendukungnya yang dapat menyebabkan kegagalan fungsi dari *semi-lean solution flash tank* untuk melepaskan gas CO<sub>2</sub> dari larutan *semi-lean solution*. Dan bekerja dengan adanya *ejector* yang terbagi dalam 4 *compartment*. Komponen yang dapat menyebabkan kegagalan pada *semi-lean solution flash tank* adalah *line vent ejector*, *frame demister* dan *level valve* yang ada pada unit ini. Penjelasan kegagalan dari komponen pendukung dapat dilihat pada tabel 4.8

**Tabel 4. 8** *Failure mode dan failure effect dari unit semi-lean solution flash tank 132F*

<i>Failure Modde</i>	<i>Failure Effect</i>
<b>3A1</b> <i>Line vent ejector dan body separator 132F bocor karena korosif</i>	Tidak maksimalnya fungsi ejector menyebabkan jeleknya proses <i>ejector</i> , sehingga CO2 yang tertarik ke <i>ejector</i> sedikit, menyebabkan larutan <i>semi-lean solution</i> memiliki kadar CO2 tinggi. Ada dampak SHE yang dikarenakan larutan <i>semi-lean solution</i> yang keluar dari line ejector. dilakukan perbaikan pada unit yang mengalami masalah.
<b>3A3</b> <i>Frame demister rusak karena korosif</i>	<i>Frame demister</i> yag bermasalah dapat menyebabkan tekanan pada <i>semi-lean solution flash tank 132F</i> tinggi dan dapat menyebabkan sistem trip. Operator cek <i>pressure</i> . Tidak ada dampak SHE. Dilakukan tindakan perbaikan
<b>3A4</b> LV1041 tidak berfungsi dengan normal	<i>valve</i> tidak dapat terbuka penuh sehingga <i>semi-lean solution</i> tidak dapat mengalir secara normal dan meyebabkan level pada 132F rendah. Indikasi <i>flow meter</i> berkurang alirannya. Tidak ada efek SHE. Dilakukan perbaikan

#### 4.4.2. *Decision Worksheet Sistem Absorber 101E*

*Decision worksheet* pada metode RCM II digunakan untuk menentukan dampak kegagalan dan tindakan pencegahan yang dilakukan serta interval waktu yang dilakukan untuk melakukan tindakan pencegahan. *Decision worksheet* RCM II terdiri dari RCM *reference* yang mengacu pada RCM II *information* (FMEA),

*consequence evaluation* merupakan konsekuensi yang ditimbulkan kaerena terjadinya kegagalan fungsi, *proactive task and default task* merupakan penentuan tindakan yang akan dilakukan, *recommendation action* yang merupakan tindakan perencanaan serta initial interval yang digunakan untuk menentukan waktu dari tindakan yang dilakukan. *Decision worksheet* dalam laporan ini dibagi menjadi 2. Pada tabel pertama yaitu tabel 4.9 terdapat RCM *reference, consequence evaluation* serta *proactive and default task* dan pada tabel kedua yaitu tabel 4.10 terdapat *recommendation action* dan *initial interval*.

**Tabel 4. 9** *Decision worksheet sistem absorber 101E*

RCM Reference							H1	H2	H3	Default Task			
							S1	S2	S3				
							O1	O2	O3				
F	FF	FM	H	S	E	O	N1	N2	N3	H4	H5	S4	
1	A	1	Yes	No	No	Yes	No	Yes					
1	A	2	Yes	Yes			Yes						
1	A	3	Yes	No	No	Yes	Yes						
1	A	4	Yes	No	No	Yes	Yes						
1	A	5	Yes	No	No	Yes	Yes						
1	A	6	Yes	No	No	Yes	No	Yes					
1	A	7	Yes	No	No	Yes	Yes						
1	A	8	Yes	Yes			No	Yes					
1	A	9	Yes	No	No	Yes	No	Yes					
2	A	1	Yes	No	No	Yes	No	Yes					
2	A	2	Yes	No	No	Yes	No	Yes					
3	A	1	Yes	No	Yes		Yes						
3	A	2	Yes	No	No	Yes	No	Yes					
3	A	3	Yes	No	No	Yes	No	Yes					

**Tabel 4. 10** *Recommendation action decision worksheet*

RCM Reference			Recommendation Action	Frequency
F	FF	FM		
1	A	1	<i>Do the scheduled restoration task (Non Destructive Test)</i>	1 Tahun (Setiap TA)
1	A	2	<i>Do on condition task (monitoring flow)</i>	3 Bulan
			<i>Cek Internal (mempertimbangkan hasil monitoring flow)</i>	1 Tahun (Setiap TA)
1	A	3	<i>Do on condition task (pengecekan vibrasi dan analisa vibrasi)</i>	1 Bulan
			<i>Cek Internal (mempertimbangkan hasil analisa vibrasi)</i>	3 Bulan
1	A	4	<i>Do on condition task (pengecekan vibrasi dan analisa vibrasi)</i>	1 Bulan
			<i>Cek Internal (mempertimbangkan hasil analisa vibrasi)</i>	3 Bulan
1	A	5	<i>Do on condition task (pengecekan vibrasi dan analisa vibrasi)</i>	1 Bulan
			<i>Cek Internal (mempertimbangkan hasil analisa vibrasi)</i>	3 Bulan
1	A	6	<i>Do the scheduled restoration task (Tes looping chech action control valve)</i>	1 Tahun (Setiap TA)
1	A	7	<i>Do on condition task (pengecekan vibrasi dan analisa vibrasi)</i>	1 Bulan

Lanjutan tabel 4.9

RCM Reference			<i>Recommendation Action</i>	Frequency
F	FF	FM		
1	A	7	<i>Cek Internal (mempertimbangkan hasil analisa vibrasi)</i>	6 Bulan
1	A	8	<i>Do the scheduled restoration task (Dilakukan perbaikan)</i>	6 Bulan
1	A	9	<i>Do the scheduled restoration task (Tes looping chech action control valve)</i>	1 Tahun (Setiap TA)
2	A	1	<i>Do the scheduled restoration task (Tes looping chech action control valve)</i>	1 Tahun (Setiap TA)
2	A	2	<i>Do the scheduled restoration task (Tes looping chech action control valve)</i>	1 Tahun (Setiap TA)
3	A	1	<i>Do on condition task (monitoring flow)</i>	6 Bulan
			<i>Cek Internal (mempertimbangkan hasil monitoring flow)</i>	1 Tahun (Setiap TA)
3	A	2	<i>Do the scheduled restoration task (Dilakukan perbaikan)</i>	6 Bulan
3	A	3	<i>Do the scheduled restoration task (Tes looping chech action control valve)</i>	1 Tahun (Setiap TA)

Pada tabel 4.10 terdapat *recommendation action* dan *frequency*, *recomendation action* didapatkan dari *proactive task* dan ada 3 tindakan yang dilakukan yaitu *do scheduled restoration*



*task, do on condition task* dan *do the scheduled discard task*. *Do scheduled restoration task* merupakan tindakan perbaikan atau perawatan dengan memperbaiki komponen pada jadwal tertentu tanpa memperhatikan kondisi komponen pada saat itu, *do on condition task* merupakan kegiatan perawatan yang dilakukan dengan mengamati/mengukur performansi/kondisi komponen pada saat mesin sedang beroperasi, bilamana terdapat tanda-tanda kerusakan komponen, dan *on the scheduled discard task* merupakan kegiatan penggantian komponen pada saat komponen mencapai waktu tertentu tanpa memperhatikan kondisi komponen pada saat itu. Pada sistem absorber ini ada 8 *restoration task*, 3 *on condition task* dan 2 *restoration task*.

***Halaman ini sengaja dikosongkan***

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Dari analisis yang telah dilakukan sebelumnya maka akan dapat ditarik kesimpulan bahwa :

- a. Nilai kehandalan sistem *absorber* 101E pada waktu 3 bulan (2160 jam) adalah 0,4334
- b. Nilai kehandalan komponen paling kecil dalam satu tahun adalah pompa 107 JA dan 107 JC, sedangkan kehandalan komponen paling tinggi adalah *flow valve* dan terdapat 9 komponen yang memiliki kehandalan dibawah 0,6 pada waktu setahun.
- c. Jadwal perawatan yang efektif guna meningkatkan kehandalan komponen dan mencegah terjadinya kejadian kegagalan adalah sebagai berikut :
  - *Absorber* 101E (9000 jam operasi)
  - *Flow Transmitter* 1005 (6750 jam operasi)
  - *Flow Control Valve* 1005 (13000 jam operasi)
  - *Level Transmitter* 1004 (7500 jam operasi)
  - *Hydraulic turbine* 107 JAHT (4600 jam operasi)
  - *Blowdown Valve* (19300 jam operasi)
  - Pompa 107 JA (2600 jam operasi)
  - Pompa 107 JB (4500 jam operasi)
  - Pompa 107 JC (2600 jam operasi)
  - *Pressure Indicator* 1621 (10000 jam operasi)
  - *Flow Valve* 1052 (14800 jam operasi)
  - 133F (7100 jam operasi)
  - *Level Valve* 1162 (14700 jam operasi)
  - *Pressure Valve* 1833 (14100 jam operasi)
  - 132F (6900 jam operasi)
  - *Level Valve* 1041 (8000 jam operasi)
- d. Usaha pencegahan guna mengantisipasi terjadinya kegagalan dapat dilakukan tindakan pemeliharaan berupa :
  1. Dilakukan *non destructive test* dan perbaikan pada unit *absorber* 101E yang mengalami deformasi pada saat

- shutdown dan *cleaning* katalis pada *absorber* 2 tahun sekali.
2. Dilakukan *on condition monitoring* dengan melakukan pengecekan vibrasi, analisa vibrasi dan monitoring flow pada pompa 107 JA/JB/JC dan hidraulik turbin setiap 1 bulan sekali, Dan dilakukan pengecekan internal dengan mempertimbangkan *on condition monitoring* setiap 3 bulan untuk pompa 107 JA/JB.JC dan 6 bulan untuk 107 JAHT.
  3. Cek *looping valve/ actual test* (FV, BDV, LV dan PV) dan perbaikan setiap shutdown (setahun sekali)
  4. Cek *looping valve/ cek sinyal (on condition monitoring)* (FV, BDV, LV dan PV).
  5. Dilakukan *monitoring flow* pada *line vent ejector* dan *body separator* setiap 3 bulan sekali dan dilakukan pengecekan dengan mempertimbangkan hasil monitoring flow setiap 1 tahun sekali (*shutdown*)
  6. Dilakukan perbaikan *frame demister* setiap 6 bulan sekali.

## 5.2 Saran

Untuk langkah selanjutnya yang dapat dilakukan dalam mengembangkan penelitian ini yaitu dapat melakukan penentuan interval perawatan berdasarkan analisis keuangan (*cost*) serta dampak yang terjadi pada produksi jika terjadi kegagalan

## DAFTAR PUSTAKA

- Abernethy, R. B. (n.d.). The New Weibull Handbook. In R. B. Abernethy, *Chapter 1. An Overview of Weibull Analysis* (pp. 1-11). North Palm Beach.
- Backlund, F., 2003. Managing the Introduction of Reliability-Centered Maintenance, RCM.
- Deepak Prabhkar P, J. R. 2013, May. A New Model For Reliability Centered Maintenance In Petroleum Refineries. *International Journal Of Scientific & Technology Research Volume 2, 2*
- Dhillon, B. S., 1997. Reliability, Quality, and Safety for Engineers. Dalam: New York: CRC.
- Ebeling, C. E., 1997. An Introduction to Reliability and maintainability Engineering. Dalam: T. McGraw, penyunt. New York: Hill Companies.
- H.Afety, I. 2010. Reliability Centered Maintenance Methodology and Application:A case Study.
- Islam, A. H., 2010. Reliability Centered Maintenance Methodology and Aplication A Case Study.
- Moubray, J., 2000. Reliability Centered Maintenance II. Dalam: North Carolina: Industrial Press Inc.
- Petrokimia, P., 2016.

# LAMPIRAN A

## Surat Keterangan Penelitian



**PTROKIMIA  
GRESIK**

Kepada : Yth. Ketua Jurusan T. Fisika – ITS Surabaya  
*Kajur\_tfisika@its.ac.id*  
Dari : Dep. Pengembangan SDM PT. Petrokimia Gresik  
*prakerin@petrokimia-gresik.com*  
Nomor : 643 /NK.02.02/03/MKP/2016  
Perihal : **Konfirmasi Bimbingan Penelitian**  
Tanggal : 27 Juli 2016  
Jml. Halaman : 1 (satu) berkas

Menanggapi surat Saudara nomor 033575/IT2.2.1.4/PP.05.02/2016 tertanggal 01 Juni 2016 perihal Permohonan Mahasiswa Penelitian atas nama :

1. Yanuar Irwansyah Jurusan : T. Fisika  
2. M. Arizky Pratama Jurusan : T. Fisika

dengan ini disampaikan bahwa permohonan Penelitian bisa kami terima mulai tanggal **01/09/2016 s.d. 30/09/2016**. Selama melaksanakan kegiatan Penelitian di PT Petrokimia Gresik akan dibimbing oleh sdr. **Angga Saputra**, Bagian TA & Reliabilitas I, Departemen Pemeliharaan I.

Calon siswa kerja praktek industri harus hadir pada :

Tanggal : 31 Agustus 2016  
Pukul : 07.00 Wib  
Tempat : Dep. Pengembangan SDM (Gedung Diklat) PT Petrokimia Gresik  
Acara : Sosialisasi  
- KIKP (Kartu Identitas Kerja Praktek)  
- K3  
- Company Profile

Terlampir persyaratan yang harus dipenuhi dan dibawa oleh siswa saat sosialisasi.

Demikian atas perhatian dan kerjasamanya disampaikan terima kasih.

PT. Petrokimia Gresik  
Pgs Manager Pengembangan SDM

*Sulistiyowati*

**Sulistiyowati, Spd.**



## LAMPIRAN B



### LEMBAR VALIDASI DATA TUGAS AKHIR PT. PETROKIMIA GRESIK

Yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan bahwa data yang digunakan dalam penelitian Tugas Akhir:

Nama : Yanuar Irwansyah  
NRP : 2414.106.013  
Fakultas : Fakultas Teknologi Industri (FTI)  
Jurusan : S1 Teknik Fisika  
Universitas : Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Judul Tugas akhir : Implementasi Reliability Centered Maintenance (RCM) II Pada Sistem Absorber 101E di PT.Petrokimia Gresik

merupakan data tahun 2008 hingga Maret 2016 yang bersumber dari bagian *Reliability*, Departemen Pemeliharaan Pabrik I, PT. Petrokimia Gresik, Jawa Timur. Adapun dalam hal ini acuan nilai *Reliability* (R(t)) yang digunakan PT. Petrokimia Gresik adalah sebesar 0,6 di mana setiap komponen akan di-*maintain* sebelum mencapai nilai keandalan tersebut.

Demikian surat pernyataan ini dibuat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Gresik, 22 Oktober 2016  
Pembimbing Lapangan

**Angga Saputra, ST.**  
Divisi *Reliability*, Pemeliharaan  
Pabrik I, PT. Petrokimia Gresik

## LAMPIRAN C

Pada lampiran ini tercantum data maintenance untuk masing-masing unit sistem absorber 101E yaitu sebagai berikut :

**Tabel C. 1** *Data maintenance Absorber 101E*

<b>No.</b>	<b>Actual Start</b>	<b>Actual Completion</b>	<b>TTF (Hour)</b>	<b>TTR (Hour)</b>
1	12/08/2005	12/08/2005	0	4
2	27/05/2007	27/05/2007	15672	6
3	08/07/2010	08/07/2010	27312	4
4	09/11/2011	09/11/2011	11736	6
5	28/01/2013	28/01/2013	10704	4
6	24/05/2013	24/05/2013	2784	2
7	20/03/2015	20/03/2015	15960	3
8	31/07/2015	31/07/2015	3192	2
Jumlah			87360	31
Rata - rata			10920	4

**Tabel C. 2** *Data Maintenance Flow Transmitter 1005*

<b>No</b>	<b>Actual Start</b>	<b>Actual Completion</b>	<b>TTF (Hours)</b>	<b>TTR (Hours)</b>
1	31/08/2010	31/08/2010	0	6
2	28/02/2011	28/02/2011	4368	3
3	06/12/2012	06/12/2012	15552	4
4	02/09/2013	02/09/2013	6504	3
Jumlah			26424	16
Rata-rata			6606	4



**Tabel C. 3** *Data Maintenance Flow Control Valve 1005*

<b>No.</b>	<b>Actual Start</b>	<b>Actual Completion</b>	<b>TTF (Hour)</b>	<b>TTR (Hour)</b>
1		23/08/2005	0	6
2	11/06/2007	11/06/2007	15768	6
3	18/12/2007	18/12/2007	4560	3
4	16/03/2011	16/03/2011	28416	4
5	01/05/2012	01/05/2012	9888	4
6	11/03/2016	11/03/2016	33840	3
JUMLAH			92472	26
RATA-RATA			15412	4,3333

**Tabel C. 4** *Data Maintenance Level Transmitter 1004*

<b>No.</b>	<b>Actual Start</b>	<b>Actual Completion</b>	<b>TTF (Hour)</b>	<b>TTR (Day)</b>
1	11/01/2012	11/01/2012	0	3
2	19/05/2013	19/05/2013	11856	3
3	14/07/2014	14/07/2014	10104	2
4	09/12/2014	09/12/2014	3552	3
5	23/02/2016	23/02/2016	10584	3
JUMLAH			36096	14
RATA-RATA			7219,2	2,8

**Tabel C. 5** Data Maintenance *Hydraulic Turbin 107 JAHT*

No.	Actual Start	Actual Completion	TTF (Hour)	TTR (Hour)
1	23/08/2005	23/08/2005	0	16
2	08/05/2006	09/05/2006	6216	6
3	08/03/2007	08/03/2007	7272	16
4	04/10/2007	04/10/2007	5040	3
5	01/02/2010	01/02/2010	20424	3
6	02/01/2011	02/01/2011	8040	2
7	19/02/2011	19/02/2011	1152	3
8	02/11/2012	02/11/2012	14928	8
9	26/12/2012	26/12/2012	1296	5
10	13/08/2013	13/08/2013	5520	3
11	20/05/2015	20/05/2015	15480	3
12	02/07/2015	02/07/2015	1032	6
JUMLAH			86400,00	74
RATA-RATA			7200,00	6,17

**Tabel C. 6** Data Maintenance *Blowdown Valve*

No.	Actual Start	Actual Completion	TTF (Hour)	TTR (Hour)
1		23/08/2005	0	10
2	08/06/2007	08/06/2007	15696	6
3	08/06/2009	08/06/2009	17544	8
4	09/12/2013	09/12/2013	39480	5
JUMLAH			72720,00	29,00
RATA-RATA			18180,00	7

**Tabel C. 7** Data *Maintenance* Pompa 107 JA

<b>No.</b>	<b>Actual Start</b>	<b>Actual Completion</b>	<b>TTF (Hour)</b>	<b>TTR (Hour)</b>
1	14/12/2004	16/12/2004	0	4
2	23/08/2005	23/08/2005	6000	16
3	12/02/2007	14/02/2007	12960	2
4	27/03/2007	30/03/2007	1056	2
5	23/04/2007	23/04/2007	576	6
6	08/04/2008	09/04/2008	8448	5
7	21/05/2008	21/05/2008	1008	16
8	30/06/2008	30/06/2008	960	3
9	04/08/2008	04/08/2008	840	2
10	12/11/2008	12/11/2008	2400	6
11	27/12/2008	27/12/2008	1080	5
12	15/04/2009	15/04/2009	2616	4
13	19/05/2009	19/05/2009	816	4
14	30/08/2009	05/11/2009	4080	6
15	23/12/2009	23/12/2009	1152	4
16	25/02/2010	25/02/2010	1536	6
17	22/01/2011	23/01/2011	7968	4
18	10/01/2012	10/01/2012	8448	6
19	28/01/2013	28/01/2013	9216	2
20	22/04/2013	23/04/2013	2040	4
21	07/05/2013	07/05/2013	336	5
22	06/09/2013	06/09/2013	2928	5
23	04/10/2013	04/10/2013	672	4
24	02/12/2013	02/12/2013	1416	4
25	29/07/2015	29/07/2015	14496	6
<b>JUMLAH</b>			<b>93048,00</b>	<b>131,00</b>
<b>RATA-RATA</b>			<b>3721,92</b>	<b>5,24</b>

**Tabel C. 8** *Data Maintenance Pompa 107 JB*

<b>No.</b>	<b>Actual Start</b>	<b>Actual Completion</b>	<b>TTF (Hour)</b>	<b>TTR (Hour)</b>
1	07/07/2005	07/07/2005	0	16
2	07/04/2006	19/04/2006	6864	6
3	11/12/2007	11/12/2007	14424	2
4	21/04/2008	30/04/2008	3384	2
5	02/06/2008	04/06/2008	840	16
6	27/04/2009	27/04/2009	7848	14
7	27/05/2009	27/05/2009	720	4
8	26/06/2010	26/06/2010	9480	4
9	04/09/2011	04/09/2011	10440	5
10	08/01/2012	08/01/2012	3024	5
11	04/09/2012	04/09/2012	5760	4
12	09/06/2014	09/06/2014	15432	3
13	07/01/2015	07/01/2015	5088	5
JUMLAH			83304,00	86,00
RATA-RATA			6408,00	6,62

**Tabel C. 9** Data *Maintenance* Pompa 107 JC

<b>No.</b>	<b>Actual Start</b>	<b>Actual Completion</b>	<b>TTF (Hour)</b>	<b>TTR (Hour)</b>
1	20/02/2006	20/02/2006	0	3
2	13/07/2006	13/07/2006	3432	4
3	29/02/2008	01/03/2008	14328	2
4	19/12/2008	19/12/2008	7032	3
5	21/06/2010	21/06/2010	13176	3
6	23/09/2010	23/09/2010	2256	2
7	24/08/2011	24/08/2011	8040	2
8	03/10/2011	03/10/2011	960	16
9	10/11/2011	10/11/2011	912	3
10	27/01/2012	29/01/2012	1920	4
11	27/11/2012	27/11/2012	7272	2
12	18/01/2013	18/01/2013	1248	4
13	23/04/2013	23/04/2013	2280	5
14	03/05/2013	03/05/2013	240	6
15	11/09/2013	11/09/2013	3144	3
16	24/09/2013	24/09/2013	312	16
17	11/12/2013	11/12/2013	1872	6
18	13/05/2014	13/05/2014	3672	16
19	07/11/2014	07/11/2014	4272	16
20	27/11/2014	27/11/2014	480	3
<b>JUMLAH</b>			76848,0 0	119
<b>RATA-RATA</b>			3842,40	5,95

**Tabel C. 10** *Data Maintenance Pressure Indicator 1621*

<b>No.</b>	<b>Actual Start</b>	<b>Actual Completion</b>	<b>TTF (Hour)</b>	<b>TTR (Hour)</b>
1	19/02/2007	19/02/2007	0	4
2	20/03/2009	20/03/2009	18240	2
3	23/04/2013	23/04/2013	35880	3
4	12/08/2013	12/08/2013	2664	4
5	03/03/2014	03/03/2014	4872	3
JUMLAH			61656,00	16,00
RATA-RATA			12331,20	3,20

**Tabel C. 11** *Data Maintenance Flow Valve 1052*

<b>No.</b>	<b>Actual Start</b>	<b>Actual Completion</b>	<b>TTF (Hour)</b>	<b>TTR (Hour)</b>
1	25/11/2008	25/11/2008	0	5
2	21/09/2010	21/09/2010	15960	4
3	01/03/2012	01/03/2012	12648	4
4	31/10/2013	01/11/2013	14640	3
5	11/03/2016	11/03/2016	20664	5
JUMLAH			63912	21
RATA-RATA			12782,4	4,2

**Tabel C.12** *Data Maintenance Semi-Lean Solution Flash Tank 132F*

<b>No.</b>	<b>Actual Completion</b>	<b>Planned Start</b>	<b>TTF (Hour)</b>	<b>TTR (Hour)</b>
1	20/08/2005	20/08/2005	0	5
2	19/02/2006	19/02/2006	4392	3
3	01/04/2009		27288	2
4	26/01/2011	25/01/2011	15960	3
5	23/05/2011		2808	2
6	19/08/2013	18/08/2013	19656	3
7	22/02/2014		4488	2
8	20/01/2015	21/01/2015	7968	4
<b>JUMLAH</b>			82560,00	24,00
<b>RATA-RATA</b>			10320,00	3,00

**Tabel C.13** *Data Maintenance Level Valve 1041*

<b>No.</b>	<b>Actual Completion</b>	<b>Planned Start</b>	<b>TTF (Hour)</b>	<b>TTR (Hour)</b>
1	23/08/2005	11/08/2005	0	6
2	03/07/2006	03/07/2006	7824	3
3	11/06/2007	11/06/2007	8232	4
4	03/12/2007	03/12/2007	4200	5
5	22/11/2008	22/11/2008	8520	5
6	14/11/2009	13/11/2009	8544	4
7	28/04/2014	22/04/2014	38904	3
<b>JUMLAH</b>			76224	30
<b>RATA-RATA</b>			10889,14	4,285714

**Tabel C.14** Data *Maintenance CO<sub>2</sub> Stripper Feed Flash Drum*  
133F

<b>No .</b>	<b>Actual Completion</b>	<b>Planned Start</b>	<b>TTF (Hour)</b>	<b>TTR (Hour)</b>
1	31/12/2008	31/12/2008	0	3
2	16/06/2009	16/06/2009	4008	5
3	26/03/2011	26/03/2011	15552	3
4	22/09/2011	22/09/2011	4320	4
5	04/09/2012	04/09/2012	8352	2
6	16/04/2013	16/04/2013	5376	3
7	19/05/2015	19/05/2015	18312	4
JUMLAH			55920,0 0	24,00
RATA-RATA			7988,57	3,43

**Tabel C.15** Data *Maintenance Level Valve* 1162

<b>No.</b>	<b>Actual Completion</b>	<b>Planned Start</b>	<b>TTF (Hour)</b>	<b>TTR (Hour)</b>
1	22/01/2007	22/01/2007	0	5
2	11/11/2008	10/11/2008	15792	4
3	16/03/2011	16/03/2011	20544	3
4	01/03/2012	01/03/2012	8424	3
5	11/03/2016	05/01/2016	33720	4
JUMLAH			78480	19
RATA-RATA			15696	4



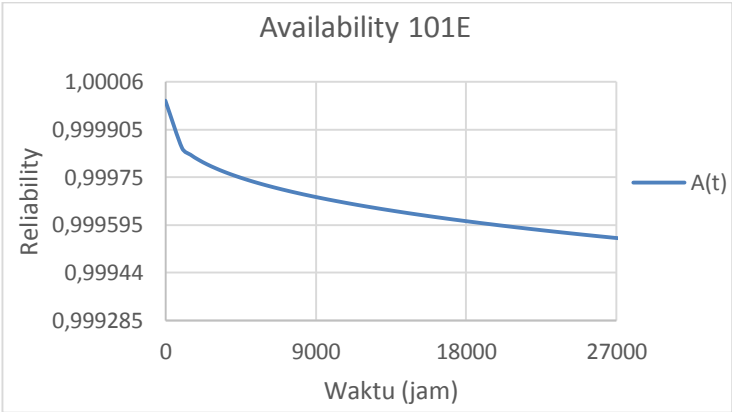
**Tabel C.16** *Data Maintenance Pressure Valve 1833*

<b>No.</b>	<b>Actual Completion</b>	<b>Planned Start</b>	<b>TTF (Hour)</b>	<b>TTR (Hour)</b>
1	04/02/2008	04/02/2008	0	4
2	22/02/2011	22/02/2011	26736	3
3	22/02/2013	22/02/2013	17544	5
4	16/08/2014	16/08/2014	12960	3
5	28/10/2015	27/10/2015	10488	4
JUMLAH			67728	19
RATA-RATA			13546	4

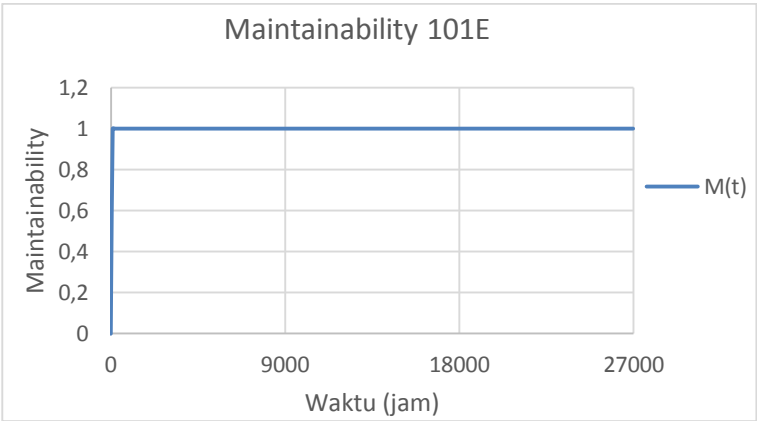
**LAMPIRAN D**

Pada lampiran ini tercantum untuk *availability* dan *maintainability* dari masing-masing komponen penyusun sistem *Absorber 101E* yaitu sebagai berikut :

- 1. *Absorber 101E*

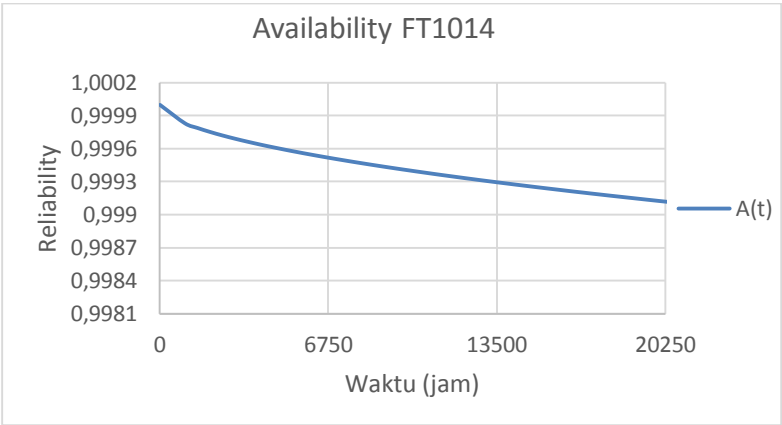


**Gambar D. 1** Availability absorber 101E

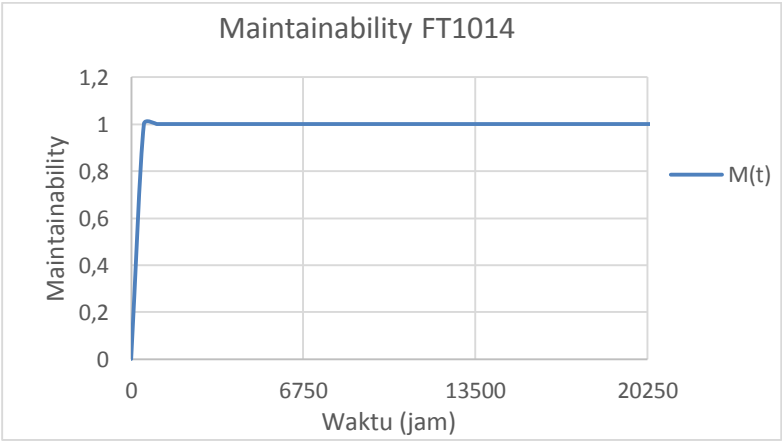


**Gambar D. 2** Maintainability Absorber 101E

2. Flow Transmitter 1005

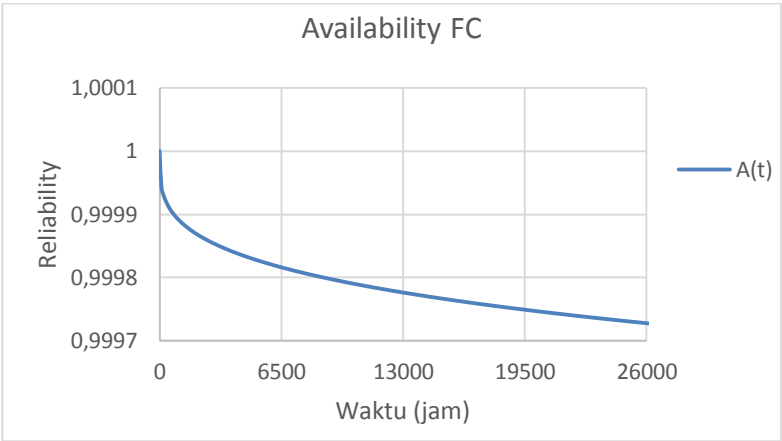


Gambar D. 3 Availability Flow Transmitter 1005

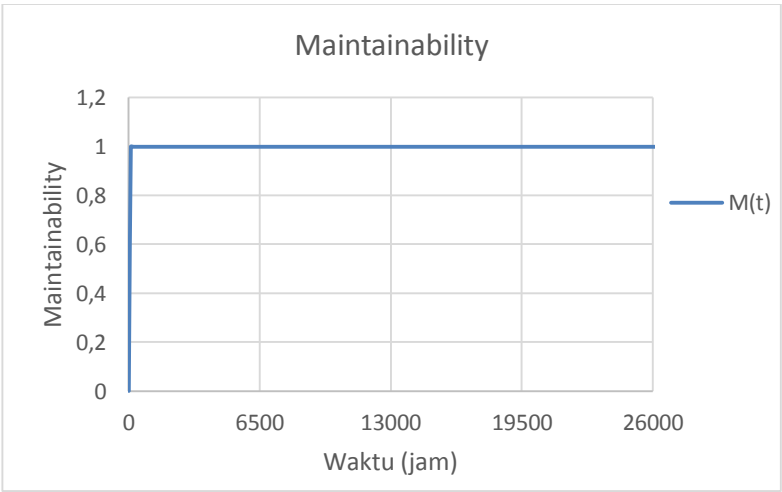


Gambar D. 4 Maintainability Flow Transmitter 1005

3. Flow Control Valve 1005

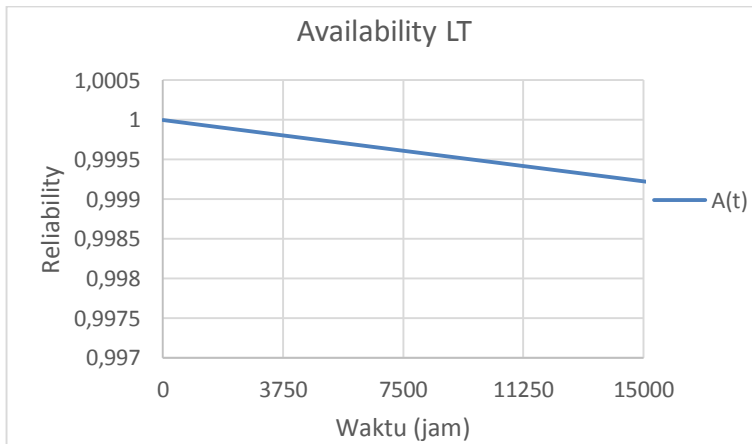


**Gambar D. 5** Availability Flow Control Valve 1005

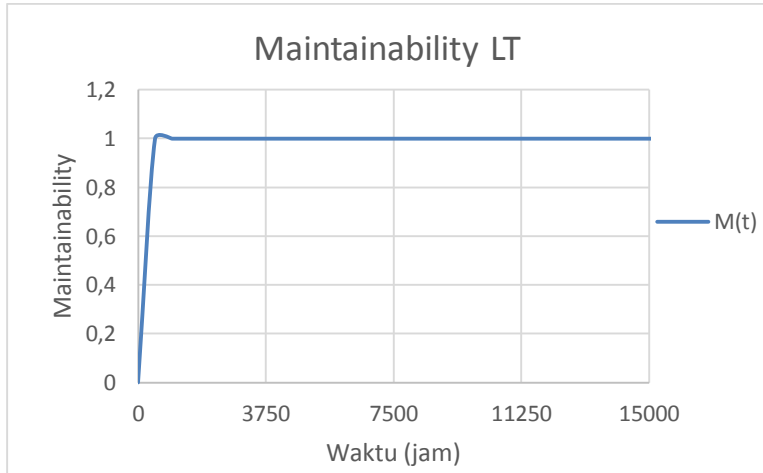


**Gambar D. 6** Maintainability Flow Control Valve 1005

#### 4. Level Transmitter 1004

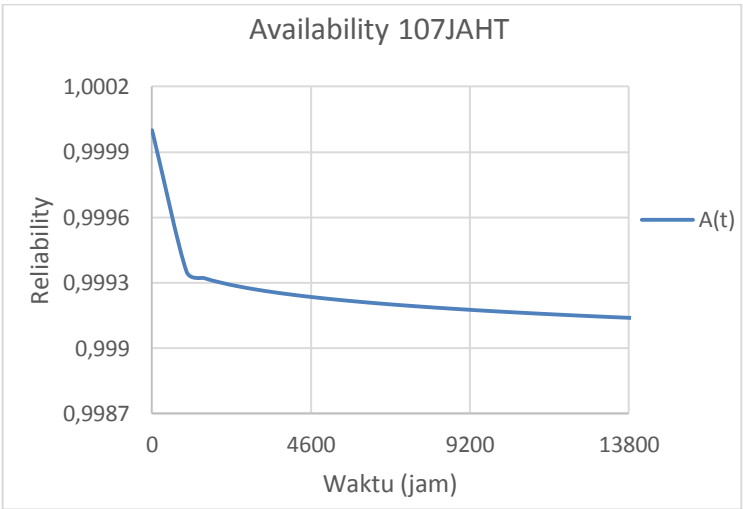


**Gambar D. 7** Availability Level Transmitter 1004

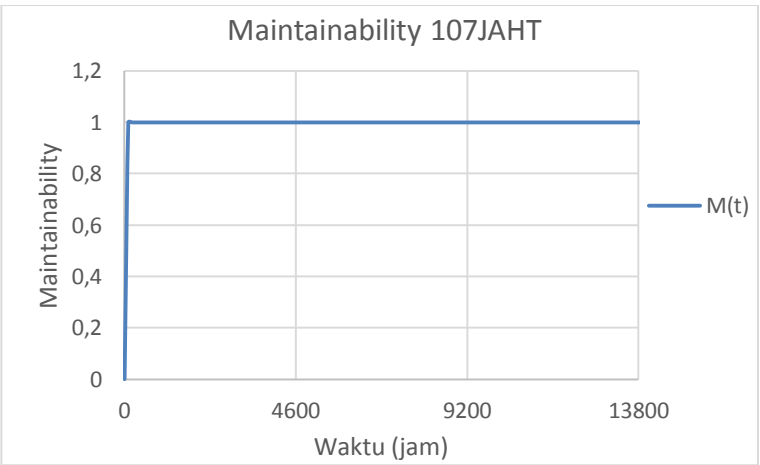


**Gambar D. 8** Maintainability Level Transmitter 1004

5. Hidraulik turbin 107 JAHT

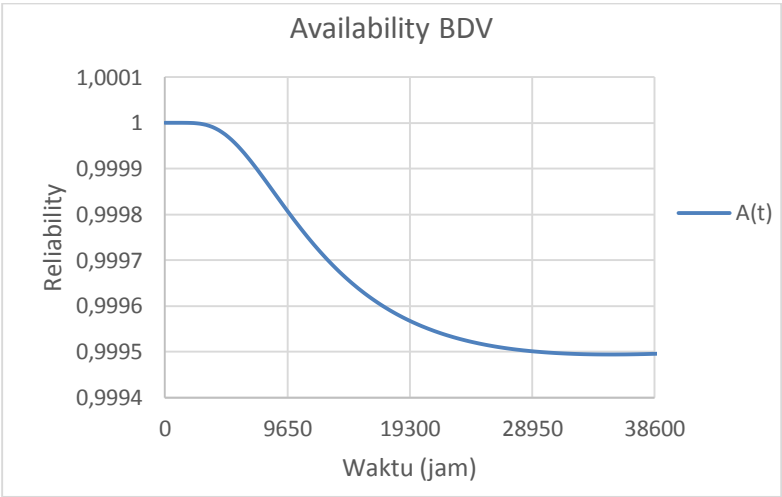


**Gambar D. 9** Availability 107JAHT

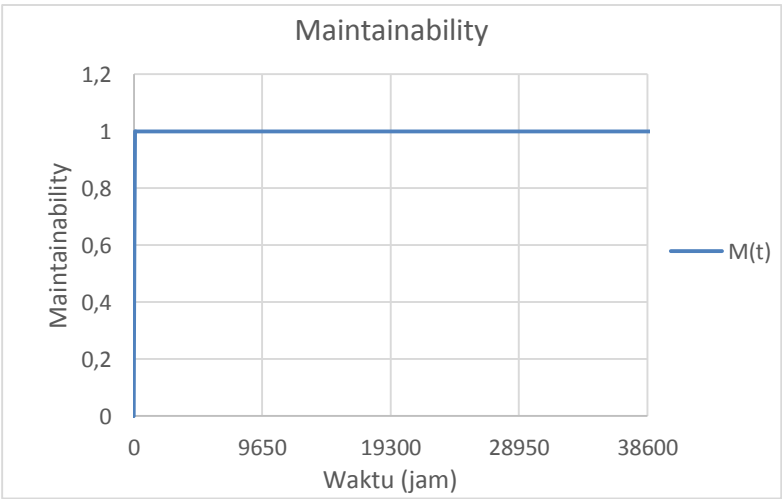


**Gambar D. 10** Maintainability 107JAHT

6. Blowdown Valve

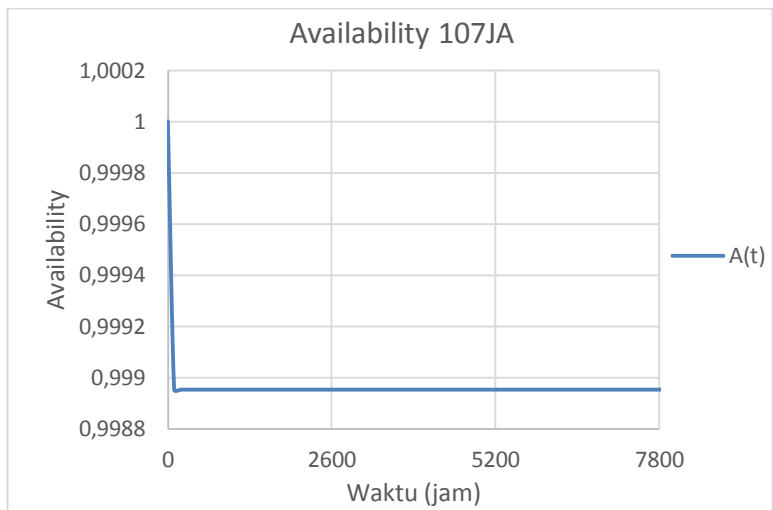


Gambar D. 11 Availability Blowdown Valve

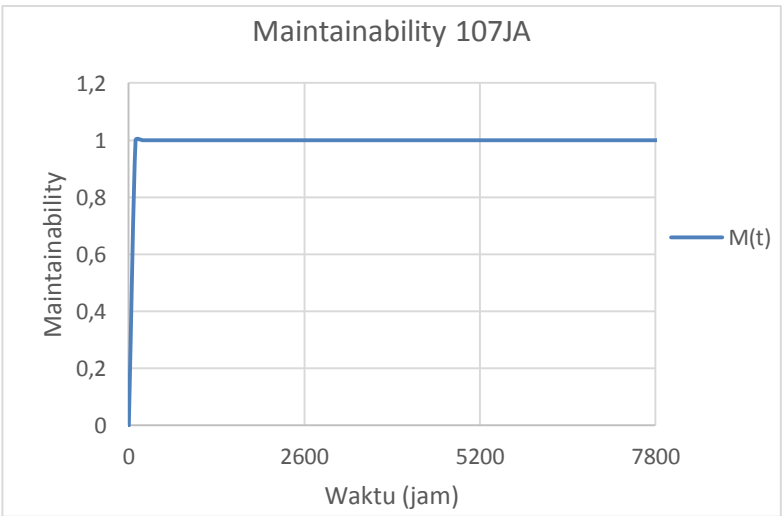


Gambar D. 12 Maintainability Blowdown Valve

7. Pompa 107 JA



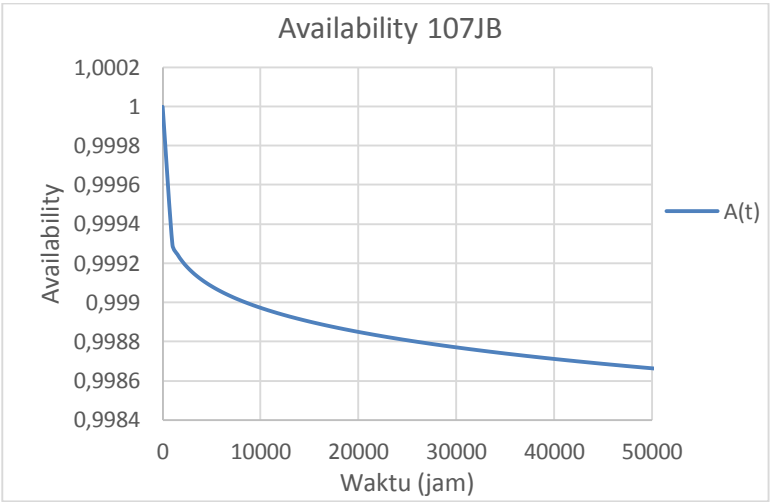
**Gambar D. 13** *Availability* Pompa 107JA



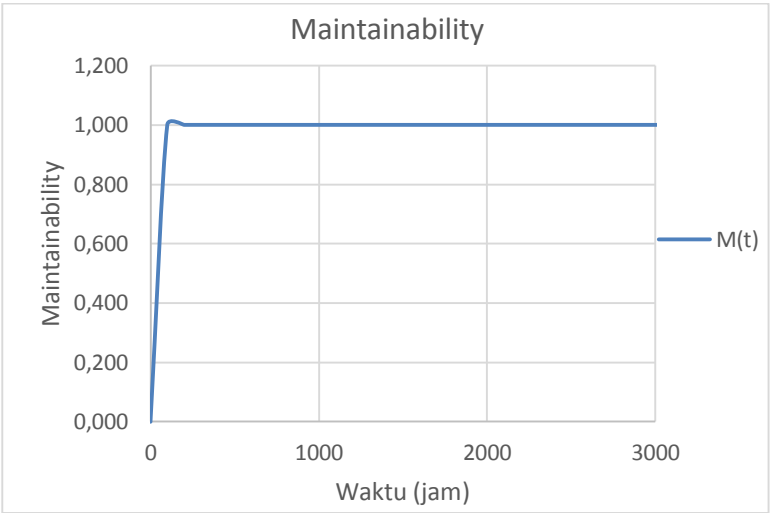
**Gambar D. 14** *Maintainability* Pompa 107JA



8. Pompa 107 JB

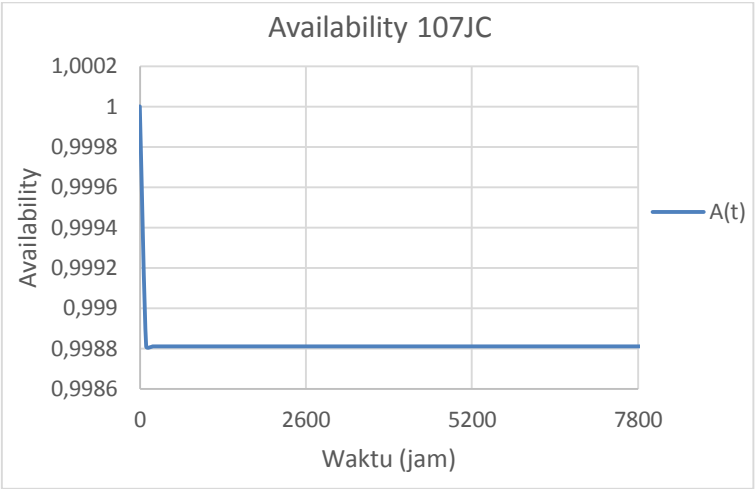


Gambar D. 15 Availability Pompa 107JB

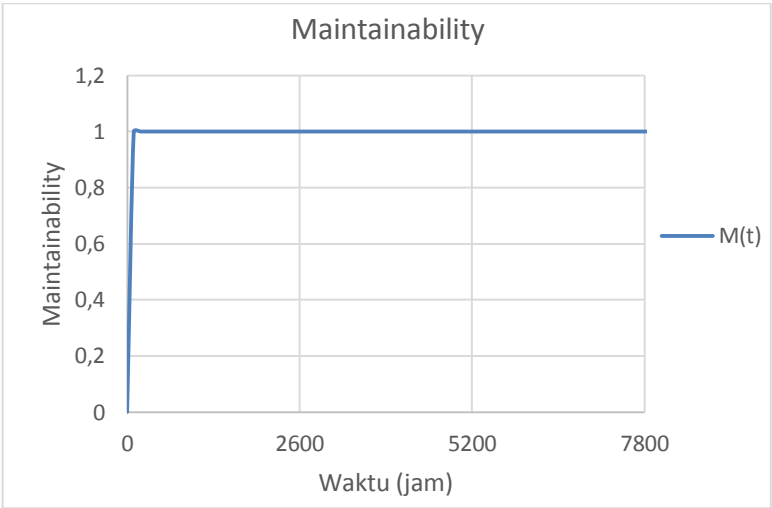


Gambar D. 16 Maintainability Pompa 107JB

9. Pompa 107 JC

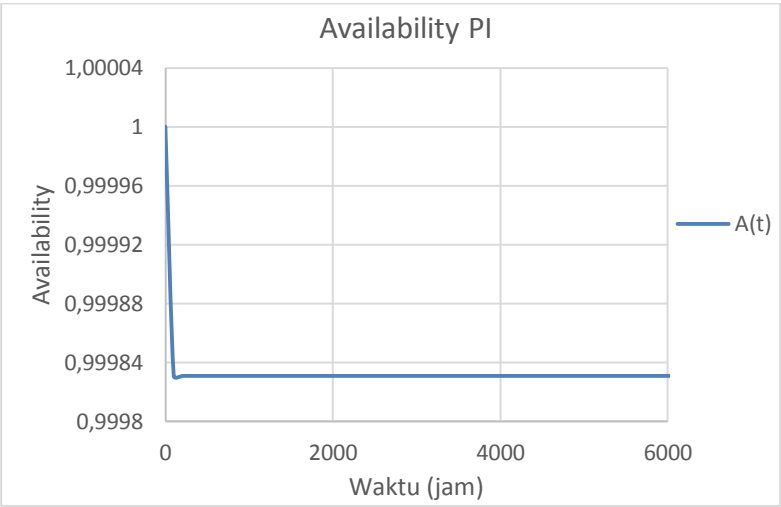


Gambar D. 17 Availability Pompa 107JC

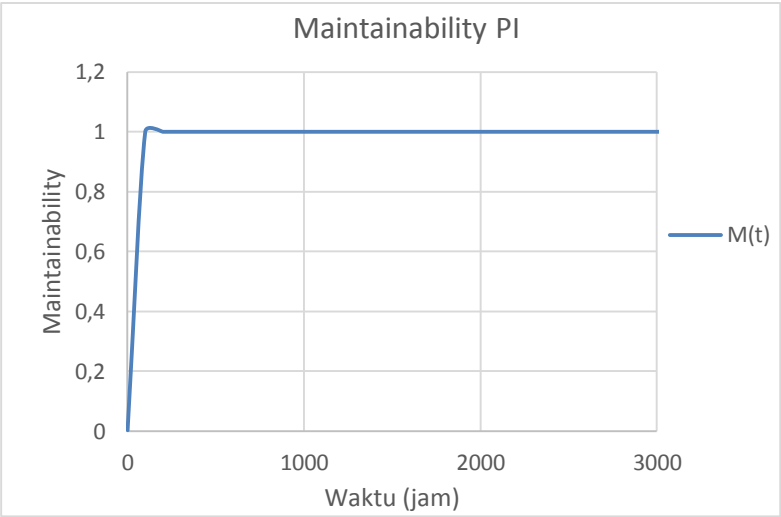


Gambar D. 18 Maintainability Pompa 107JC

10. *Pressure Indicator 1621*

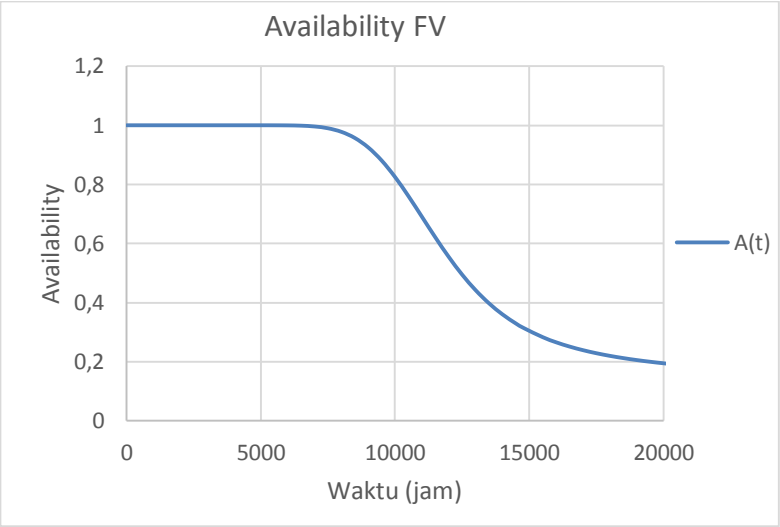


**Gambar D. 19** *Availability Pressure Indicator 1621*

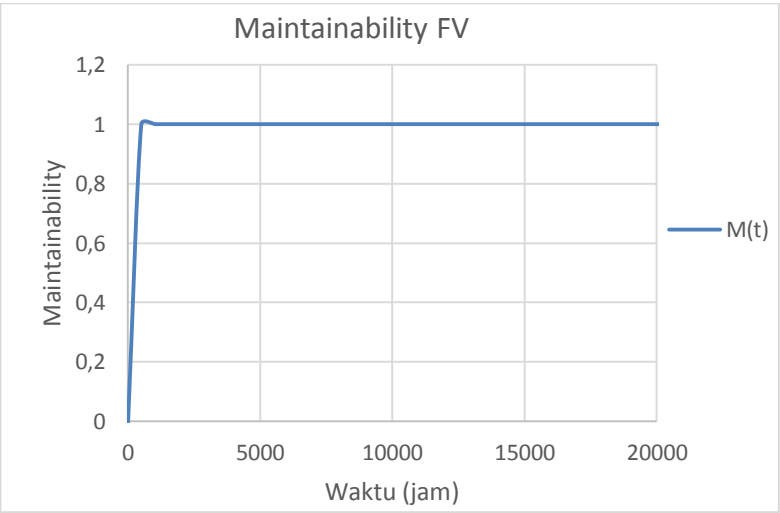


**Gambar D. 20** *Maintainability Pressure Indicator 1621*

11. *Flow Valve 1052*

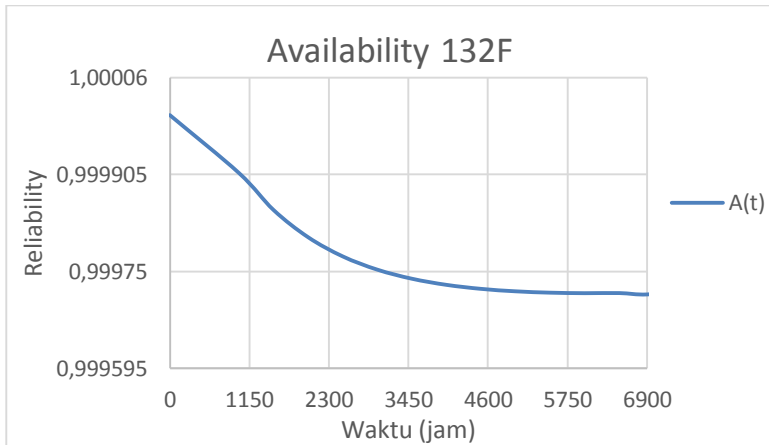


**Gambar D. 21** *Availability Flow Valve 1052*

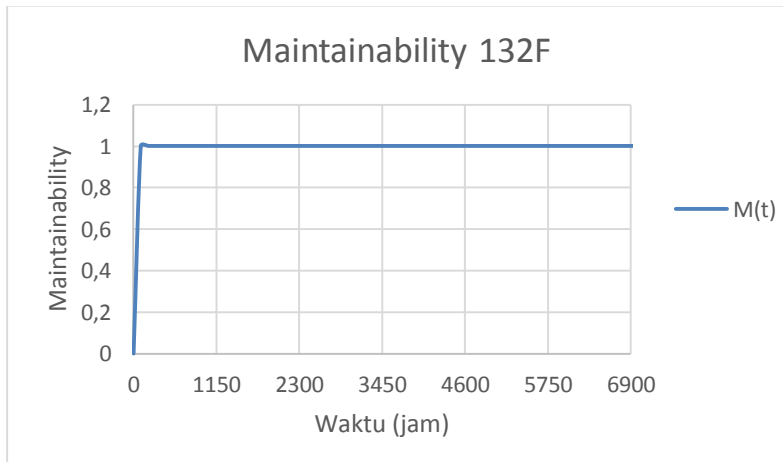


**Gambar D. 22** *Maintainability Flow Valve 1052*

## 12. *Semi-Lean Solution Flash Tank 132F*

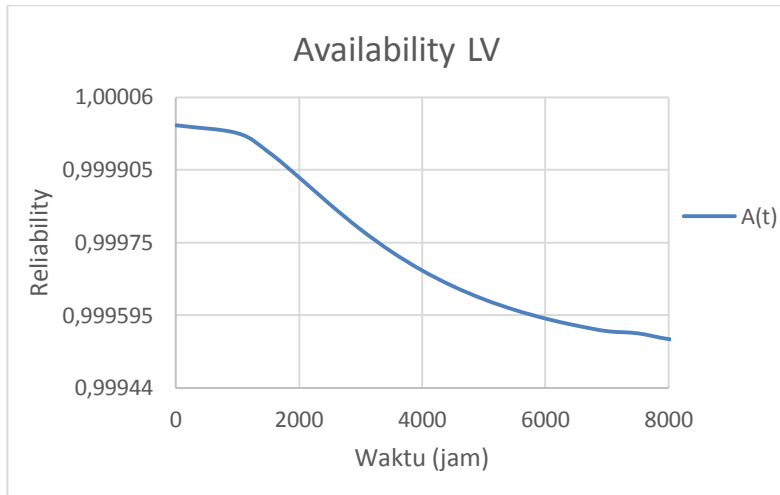


**Gambar D. 23** *Availability Semi-Lean Solution Flash Tank 132F*

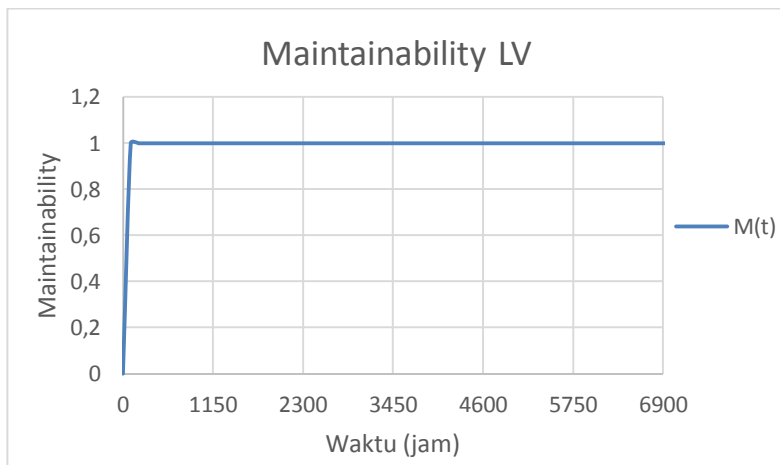


**Gambar D. 24** *Maintainability Semi-Lean Solution Flash Tank 132F*

### 13. Level Valve 1041

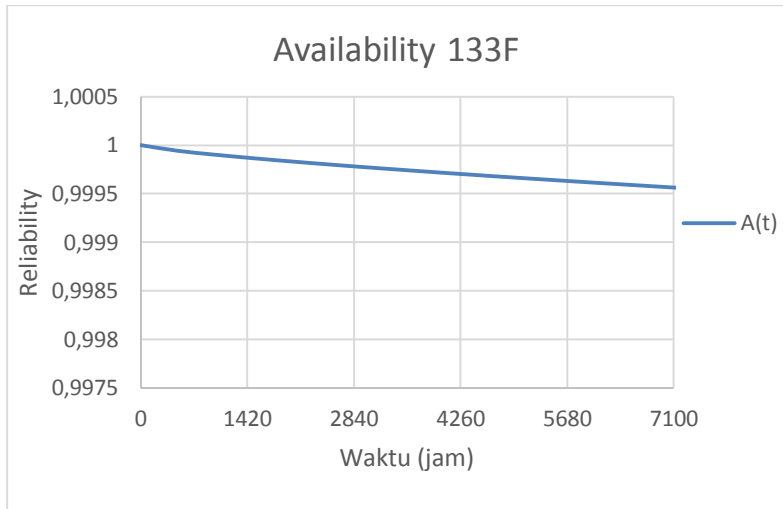


**Gambar D. 25** Availability Level Valve 1041

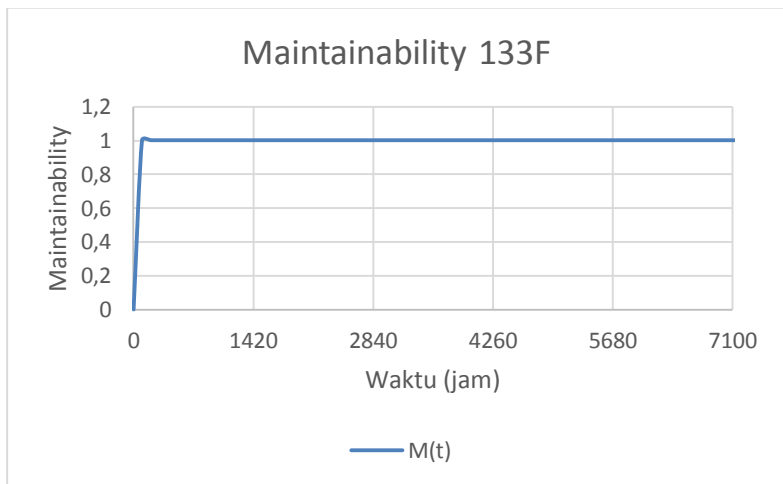


**Gambar D. 26** Maintainability Level Valve 1041

#### 14. CO<sub>2</sub> Stripper Feed Flash Drum 133F

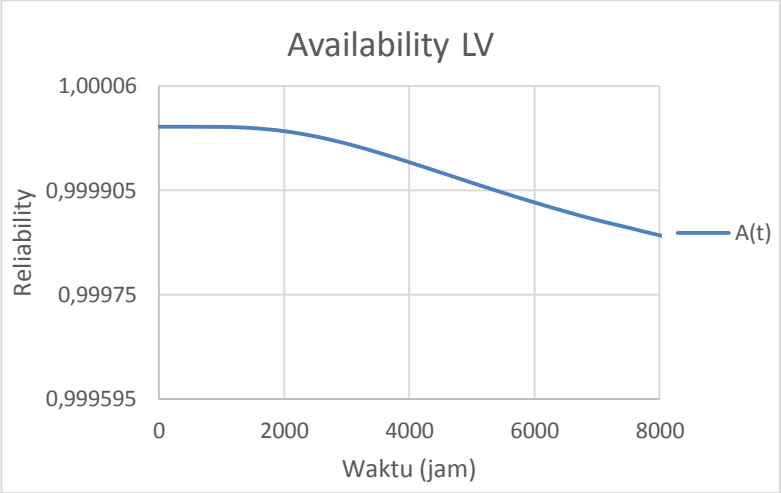


**Gambar D. 27** Availability CO<sub>2</sub> Stripper Feed Flash Drum 133F

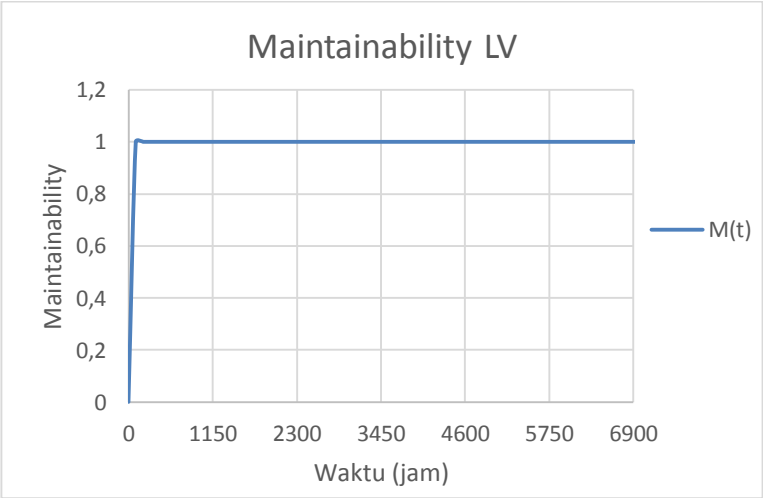


**Gambar D. 28** Maintainability CO<sub>2</sub> Stripper Feed Flash Drum 133F

15. *Level Valve 1162*



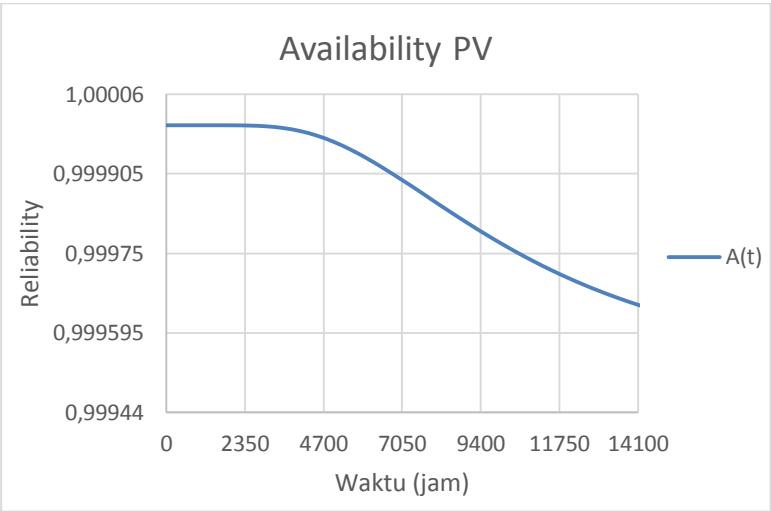
**Gambar D. 29 . *Level Valve 1162***



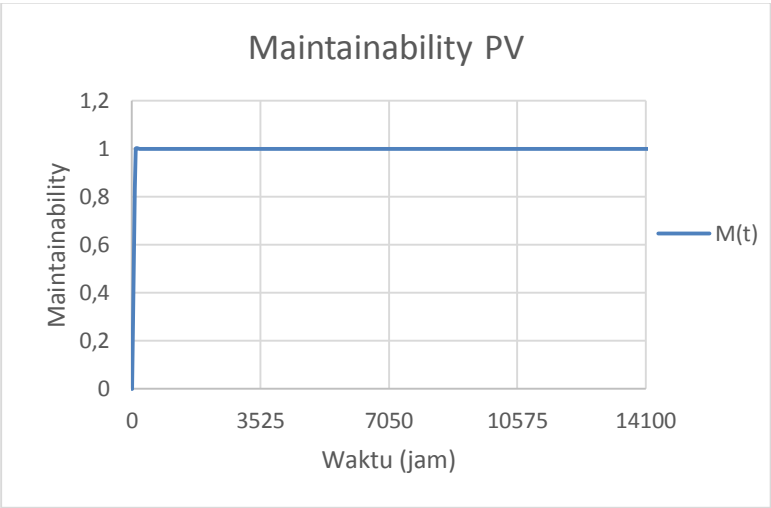
**Gambar D. 30 Maintainability Level Valve 1162**



16. *Pressure Valve 1833*



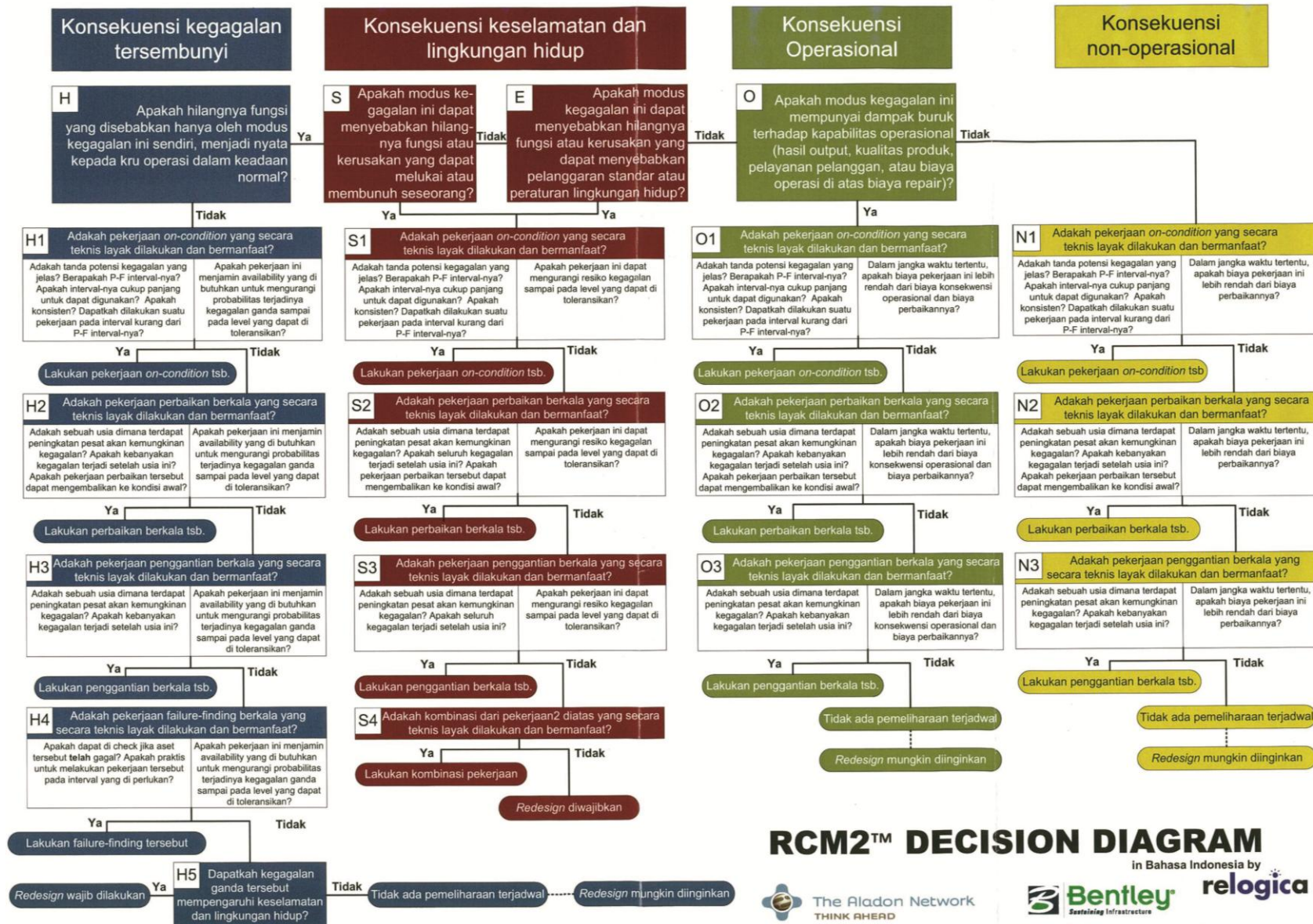
**Gambar D. 31 . *Pressure Valve 1833***



**Gambar D. 32 *Maintainability Pressure Valve 1833***

## LAMPIRAN E

### Decision Diagram RCM II



**RCM2™ DECISION DIAGRAM**

in Bahasa Indonesia by



© 2013 Bentley Systems, Incorporated

## LAMPIRAN F

### RCM 2 INFORMATION WORKSHEET

Function	Functional Failure	Failure Modde	Failure Effect
1 Memisahkan CO <sub>2</sub> dari syn gas dengan larutan Benfield. P = 35 K dan T = 72°C ; CO <sub>2</sub> out = max 0.17 %	1A Tidak dapat memisahkan CO <sub>2</sub> dari syn gas dengan larutan benfield (CO <sub>2</sub> melebihi 0,17 %)	1A1 Grid-drid didalam absorber 101E mengalami deformasi karena operasi yang berlebih	Larutan benfield tidak dapat menyerap CO <sub>2</sub> secara maksimal. Tidak ada dampak SHE. Dilakukan perbaikan ketika shutdown
		1A2 Casing pompa 107 (JA/JB/JC), mekanik seal bocor karena adanya korosi abrasif larutan benfield (akibat kurang injeksi larutan V2O5)	Flow pada pompa 107 JA/JB/JC akan turun , performa penyerapan CO <sub>2</sub> dengan larutan benfield tidak optimal. Operator cek visual pompa. Ada dampak SHE akibat bocoran larutan benfield dapat menyebabkan gas H <sub>2</sub> keluar dan bisa menyebabkan kebakaran, dilakukan penggantian dengan unit baru.
		1A3 Impeler pompa 107 (JA/JB/JC) crack karena turbulensi yang diakibatkan oleh adanya 2 fase benfield yaitu gas dan larutan	Vibrasi yang tinggi pada pompa 107 JA/JB/JC, performa pompa tidak optimal. Operator cek vibrasi pompa. Tidak ada dampak SHE. Dilakukan perbaikan impeler atau shaft yang mengalami kerusakan.
		1A4 shaft pompa 107 JA/JB/JC rusak (patah) karena operasi berlebih (fatigue)	Pompa tidak dapat bekerja sehingga tidak dapat memompa larutan benfield ke absorber 101E. Tidak ada dampak SHE. Dilakukan penggantian dengan unit baru.
		1A5 Bearing pompa 107 (JA/JB/JC) rusak dikarenakan adanya vibrasi yang tinggi pada pompa	Pompa pengalami penurunan performa sehingga tidak dapat memompa larutan benfield secara maksimal. Operator cek visual dan penginderaan pada pompa. Tidak ada dampak SHE, dilakukan penggantian bearing

Function	Functional Failure	Failure Modde	Failure Effect
		1A6 FCV 1005 tidak dapat berfungsi dengan baik (tidak normal)	Flow control valve tidak dapat membuka penuh sehingga aliran benfield ke absorber akan berkurang sehingga mempengaruhi kinerja absorber dalam menyerap CO2. operator cek opening di DCS dan lapangan. Tidak ada dampak SHE. Dilakukan perbaikan pada flow control valve.
		1A7 Impeler hydraulic turbine 107 JAHT rusak karena korosif yang terjadi diakibatkan kurangnya injeksi anti korosif	Vibrasi yang tinggi pada 107 JAHT yang akan menyebabkan JAHT tidak dapat bekerja secara maksimal dan mempengaruhi performa pompa 107 JA (107 JAHT adalah penggerak pompa 107 JA). Operator cek visual hidraulik turbin.tidak ada dampak SHE, dilakukan perbaikan pada impeler yang bermasalah.
		1A8 Flange out hydraulic turbine 107 JAHT bocor karena korosi	Flow yang mengalir di 107 JAHT akan turun dan menyebabkan kerja 107 JAHT tidak maksimal sehingga akan mempengaruhi kinerja pompa 107 JA yang memompa larutan benfield. Operator cek visual hidraulik turbin. Ada efek SHE akibat bocoran dari larutan benfield. dilakukan perbaikan pada unit yang mengalami masalah
		1A9 Blowdown valve abnormal (tidak berfungsi dengan baik)	Blowdoen valve tidak membuka penuh (abnormal) sehingga aliran dari absorber ke 107 JAHT berkurang sehingga membuat kinerja hidraulik turbin tidak maksimal untuk menggerakkan pompa 107 JA. Operator cek opening DCS dan lapangan. Tidak ada dampak SHE. Dilakukan perbaikan pada valve.

Function	Functional Failure	Failure Modde	Failure Effect
2 memisahkan(flashing) gas H2 yang terikut dalam larutan rich solution. Dan bekerja berdasarkan perbedaan pressure 101E dan 133F	2A tidak dapat memisahkan(flashing) gas H2 yang terikut dalam larutan rich solution.	2A1 Level valve LV1162 tidak dapat bekerja dengan baik (tidak normal)	level valve tidak dapat membuka penuh sehingga level pada CO2 stripper feed flash drum akan naik dan aliran benfield akan berkurang. Operator cek opening di DCS dan lapangan. Tidak ada dampak SHE. Dilakukan perbaikan pada LV 1162
		2A2 Pressure control valve PC1833 abnormal (tidak dapat bekerja dengan baik)	Pressure pada CO2 stripper feed flash drum tidak dapat membuka penuh sehingga pressure pada CO2 stripper feed flash frum akan meningkat dan dapat menyebabkan sistem trip. Operator cek opening di DCS dan lapangan. Tidak ada dampak SHE. Dilakukan perbaikan pressure valve
3 Melepaskan gas CO2 dari larutan semi-lean solution. Dan bekerja dengan adanya ejector yang terbagi dalam 4 compartment.	3A Tidak dapat melepaskan gas CO2 dari larutan semi-lean solution.	3A1 Line vent ejector dan body separator 132F bocor karena korosif	Tidak maksimalnya fungsi ejector menyebabkan jeleknya proses ejector, sehingga CO2 yang tertarik ke ejector sedikit, menyebabkan larutan semi-lean solution memiliki kadar CO2 tinggi. Ada dampak SHE yang dikarenakan larutan semi-lean solution yang keluar dari line ejector. dilakukan perbaikan pada unit yang mengalami masalah.
		3A2 Frame demister rusak karena korosif	Frame demister yag bermasalahdapat menyebabkan tekanan steam pada semi-lean solution flash tank 132F tinggi dan dapat menyebabkan sistem trip. Operator cek pressure semi-lean solution flash tank. Tidak ada dampak SHE. Dilakukan tindakan perbaikan

Function	Functional Failure	Failure Modde	Failure Effect
		3A3 LV1041 tidak berfungsi dengan normal	valve tidak dapat terbuka penuh sehingga semi-lean solution tidak dapat mengalir secara normal dan meyebabkan level pada semi-lean solution flash tank rendah. Indikasi flow meter berkurang aliranya. Tidak ada efek SHE. Dilakukan perbaikan

## LAMPIRAN G

### Decision Worksheet Sistem Absorber 101E

RCM Reference			Condequence Evaluation				H1 S1 O1 N1	H2 S2 O2 N2	H3 S3 O3 N3	Default Task			Recommendation Action	Frequency
F	FF	FM	H	S	E	O	H4	H5	S4					
1	A	1	Yes	No	No	Yes	No	Yes				<i>Do the scheduled restoration task (Non Destructive Test)</i>	1 Tahun (Setiap Shutdown)	
1	A	2	Yes	Yes			Yes					<i>Do on condition task (monitoring flow)</i> <i>Cek Internal (mempertimbangkan hasil monitoring flow)</i>	3 Bulan 1 Tahun (Setiap Shutdown)	
1	A	3	Yes	No	No	Yes	Yes					<i>Do on condition task (pengecekan vibrasi dan analisa vibrasi)</i> <i>Cek Internal (mempertimbangkan hasil analisa vibrasi)</i>	1 Bulan 3 Bulan	
1	A	4	Yes	No	No	Yes	Yes					<i>Do on condition task (pengecekan vibrasi dan analisa vibrasi)</i> <i>Cek Internal (mempertimbangkan hasil analisa vibrasi)</i>	1 Bulan 3 Bulan	
1	A	5	Yes	No	No	Yes	Yes					<i>Do on condition task (pengecekan vibrasi dan analisa vibrasi)</i> <i>Cek Internal (mempertimbangkan hasil analisa vibrasi)</i>	1 Bulan 3 Bulan	

RCM Reference			Condequence Evaluation				H1 S1 O1	H2 S2 O2	H3 S3 O3	Default Task			Recommendation Action	Frequency
F	FF	FM	H	S	E	O	N1	N2	N3	H4	H5	S4		
1	A	6	Yes	No	No	Yes	No	Yes					<i>Do the scheduled restoration task (Tes looping chech action control valve)</i>	1 Tahun (Setiap Shutdown)
1	A	7	Yes	No	No	Yes	Yes						<i>Do on condition task (pengecekan vibrasi dan analisa vibrasi)</i>	1 Bulan
													<i>Cek Internal (mempertimbangkan hasil analisa vibrasi)</i>	6 Bulan
1	A	8	Yes	Yes			No	Yes					<i>Do the scheduled restoration task (Dilakukan perbaikan)</i>	6 Bulan
1	A	9	Yes	No	No	Yes	No	Yes					<i>Do the scheduled restoration task (Tes looping chech action control valve)</i>	1 Tahun (Setiap Shutdown)
2	A	1	Yes	No	No	Yes	No	Yes					<i>Do the scheduled restoration task (Tes looping chech action control valve)</i>	1 Tahun (Setiap Shutdown)
2	A	2	Yes	No	No	Yes	No	Yes					<i>Do the scheduled restoration task (Tes looping chech action control valve)</i>	1 Tahun (Setiap Shutdown)
3	A	1	Yes	No	Yes		Yes						<i>Do on condition task (monitoring flow)</i>	6 Bulan
													<i>Cek Internal (mempertimbangkan hasil monitoring flow)</i>	1 Tahun (Setiap Shutdown)
4	A	2	Yes	No	No	Yes	No	Yes					<i>Do the scheduled restoration task (Dilakukan perbaikan)</i>	6 Bulan
5	A	3	Yes	No	No	Yes	No	Yes					<i>Do the scheduled restoration task (Tes looping chech action control valve)</i>	1 Tahun (Setiap Shutdown)



## BIODATA PENULIS



Terlahir di Gresik, pada 18 Januari 1993. Penulis memiliki nama lengkap **Yanuar Irwansyah**, merupakan anak kedua dari 3 bersaudara. Menempuh pendidikan formal di SDN Sidokumpul 2 Gresik, SMPN 3 Gresik, dan SMAN 1 Manyar. Setelah lulus dari bangku SMA, lanjut ke jenjang perguruan tinggi di D3 Elektronika PENS-ITS sebelum akhirnya melanjutkan ke S1 Teknik Fisika ITS. Penulis aktif dalam kegiatan mahasiswa, khususnya pada bidang olahraga. Pada pengerjaan tugas akhir, penulis melakukan penelitian dengan judul “*Implementasi Reliability Centered Maintenance II pada Sistem Absorber 101E di PT. Petrokimia Gresik*”.